ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ

10

DERS KİTABI

Yazarlar

Ahmet BAGATIR

Berrin Berat YÜCELER

Necati ATALAY

Hülya TOKGÖZ

Uğur Gürel YILMAZ

DEVLET KİTAPLARI
…………………, 2021

MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ....: 6770
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ....: 1791

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri
kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Editör
Prof. Dr. Yılmaz EMRE

Dil Uzmanı
Teoman Ali GÜNEŞ

Program Geliştirme Uzmanı
İlke SÖKMEN

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Uğur ALTUN

Rehberlik ve Gelişim Uzmanı
Egemen ŞENYURT

Görsel Tasarım Uzmanı
Yasemen ALKAN

Grafik Tasarım Uzmanı
Songül TOPCU

ISBN 978-975-11-4647-2

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 28.05.2018 gün ve 78 sayılı kararı
ile ders kitabı olarak kabul edilmiştir.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk’a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va’dettiği günler Hakk’ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na’şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk’a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

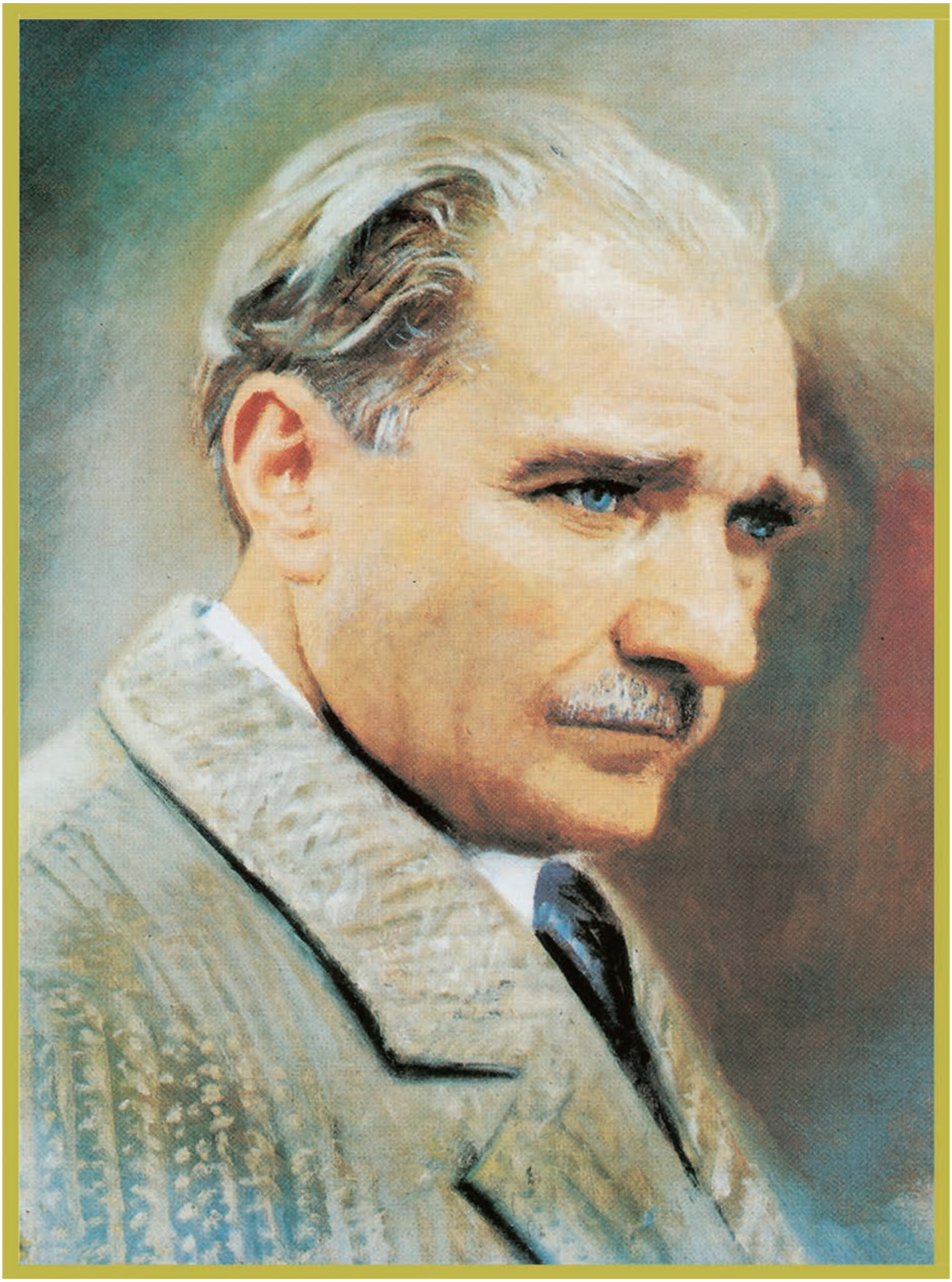
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

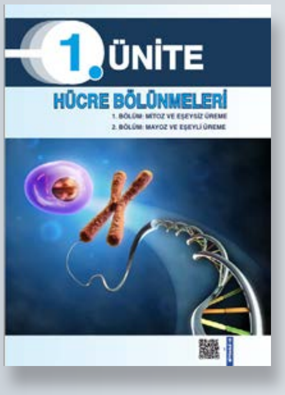
Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk

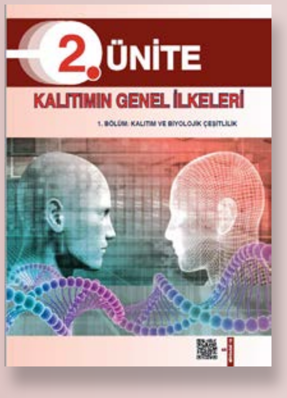


MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER


1. ÜNİTE
HÜCRE BÖLÜNMELERİ
1. BÖLÜM: MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME
2. BÖLÜM: MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

1. ÜNİTE: HÜCRE BÖLÜNMELERİ 13
1.1. MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME 17
1.1.1. HÜCRE BÖLÜNMESİNİN GEREKLİLİĞİ 17
1.1.2. MİTOZ 19
İnterfaz 20
Mitotik Evre 20
Hücre Döngüsünün Kontrolü 33
1.1.3. EŞEYSİZ ÜREME 36
Bölünerek Üreme 36
Tomurcuklanma 37
Sporla Üreme 38
Rejenerasyon 39
Partenogenez 40
Bitkilerde Vejetatif Üreme 41
BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI 46
1.2. MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME 53
1.2.1. MAYOZ 53
Mayoz I Evreleri 55
Mayoz II Evreleri 59
1.2.2. EŞEYLİ ÜREME 67
BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI 69
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI 72


2. ÜNİTE
KALITIMIN GENEL İLKELERİ
1. BÖLÜM: KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

2. ÜNİTE: KALITIMIN GENEL İLKELERİ 77
2.1. KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK 81
2.1.1. KALITIMIN GENEL ESASLARI 81
Olasılık İlkeleri 83
Mendel İlkeleri ve Uygulamaları 84
Alellerin Gametlere Taşınması 86
Monohibrit Çaprazlama 91
Dihibrit Çaprazlama 94
Kontrol Çaprazlaması 98
Eş Baskınlık 100
Soyağaçları 101
Çok Alellilik 104
Eşeye Bağlı Kalıtım 114
Akraba Evliliği 122
2.1.2. GENETİK VARYASYONLARIN BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ AÇIKLAMADAKİ ROLÜ 127
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI 130

İÇİNDEKİLER

3. ÜNİTE
EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI
1. BÖLÜM: EKOSİSTEM EKOLOJİSİ
2. BÖLÜM: GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN
3. BÖLÜM: DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

3. ÜNİTE: EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI ... 135
3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ ... 139
3.1.1. EKOSİSTEMİN CANLI VE CANSIZ BİLEŞENLERİ ... 142
Ekosistemdeki Canlı Faktörler ... 142
Ekosistemdeki Cansız Faktörler ... 142
Ekosistemdeki Değişikliklerin Olası Sonuçları ... 145
3.1.2. CANLILARDAKİ BESLENME ŞEKİLLERİ ... 146
3.1.3. EKOSİSTEMDE MADDE VE ENERJİ AKIŞI ... 148
Biyolojik Birikim ... 155
3.1.4. MADDE DÖNGÜLERİ VE HAYATIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ ... 156
Azot Döngüsü ... 156
Karbon Döngüsü ... 158
Su Döngüsü ... 159
BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI ... 163
3.2. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN ... 171
3.2.1. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARININ SEBEPLERİ VE OLASI SONUÇLARI ... 171
Hava Kirliliği ... 171
Su Kirliliği ... 172
Toprak Kirliliği ... 173
Radyoaktif Kirlilik ... 173
Ses Kirliliği ... 173
Asit Yağmurları ... 175
Küresel İklim Değişikliği ... 176
Erozyon ... 177
Doğal Yaşam Alanlarının Tahribi ve Orman Yangınları ... 177
Biyoçeşitliliğin Azalması ... 178
3.2.2. ÇEVRE SORUNLARININ ORTAYA ÇIKMASINDA İNSANIN ROLÜ ... 178
Ekolojik Ayak İzi ... 178
Su Ayak İzi ... 180
Karbon Ayak İzi ... 181
3.2.3. YEREL VE KÜRESEL BAĞLAMDA ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİ ... 181
Yerel ve Küresel Bağlamda Çevre Kirliliğinin Önlenmesi için Yapılan Çalışmalara Örnekler ... 181
Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Biyolojinin Diğer Disiplinler ile İlişkisi ... 183
Çevreye Saygılı Olmanın Doğaya Katkısı ... 185
BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI ... 190

İÇİNDEKİLER

3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI........195
3.3.1. DOĞAL KAYNAKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN ÖNEMİ........195
Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliliği ile İlgili Başarılı Uygulamalar........196
3.3.2. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN YAŞAM İÇİN ÖNEMİ........198
Türkiye'deki Biyolojik Çeşitlilik Örnekleri........200
Endemik Tür........202
Endemik Türlerin Sağlık ve Ekonomiye Katkısı........204
Soyu Tükenen Türler........204
3.3.3. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI........205
Biyokaçakçılık........205
Gen Bankaları........207
BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI........210
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI........213

1. CEVAP ANAHTARI........218
2. DEĞERLENDİRME FORMLARI........224
3. SÖZLÜK........228
4. DİZİN........234
5. KAYNAKÇA........235
6. GÖRSEL KAYNAKÇA........236
7. KAREKOD UZANTILARI........239
8. İNTERNET TABANLI SERVİSLERE ERİŞME VE KULLANMA........240

KİTABIN TANITIMI

1. ÜNİTE

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

1. BÖLÜM: MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME
2. BÖLÜM: MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

Ünitenin numarasını gösterir.

Ünitenin adını ve bölümlerini gösterir.

Üniteye giriş görselini gösterir.

Üniteye elektronik ortamda ulaşabileceğiniz karekodu gösterir.

Bölüm numarasını gösterir.

Bölüm adını gösterir.

2. BÖLÜM

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Diploit
- Döllenme
- Eşeyli üreme
- Haploit
- Krossing Over
- Mayoz
- Sinapsis
- Tetrat

HAZIR MISINIZ?

Çevrenizde gördüğünüz elma, zeytin, portakal gibi bitkiler nasıl ürerler?

Çevrenizde gördüğünüz kedi, güvercin gibi hayvanlar nasıl ürerler?

Kardeşinizle benzer özelliklere sahip olduğunuz gibi farklı özelliklere de sahip olmanızın nedeni ne olabilir?

Eşeyli üremenin canlılara sağladığı avantajlar neler olabilir?

Bölüm giriş görselini gösterir.

Bölüme ait hazırlık sorularını gösterir.

Anahtar kavramları gösterir.

Bölüme ait kazanımların özetlendiği sayfadır.

1. BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

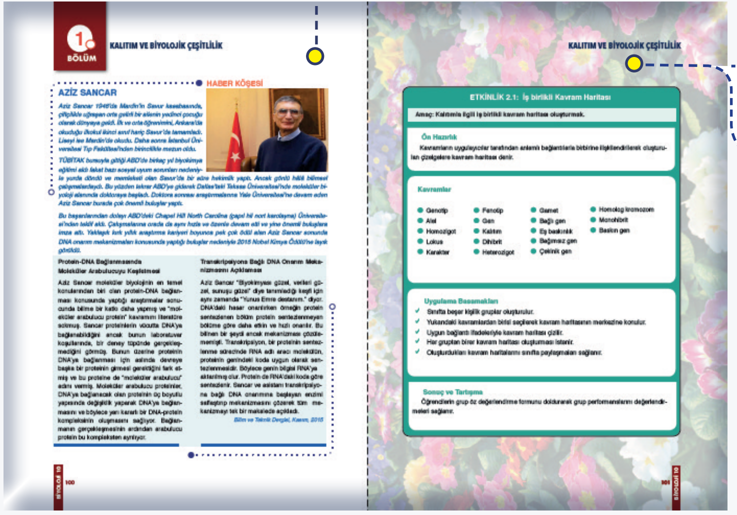
1.1. MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

1.1.1. HÜCRE BÖLÜNMESİNİN GEREKLİLİĞİ

İçerik sayfalarında konular görsellerle desteklenmiştir.

Sayfa numaralarını gösterir.

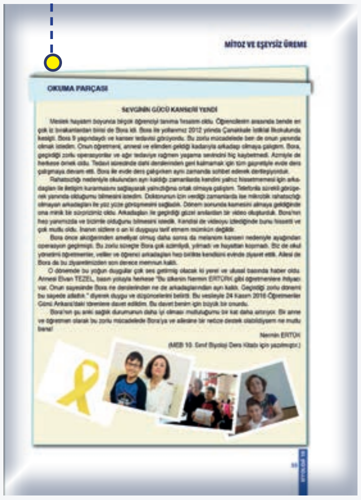
KİTABIN TANITIMI



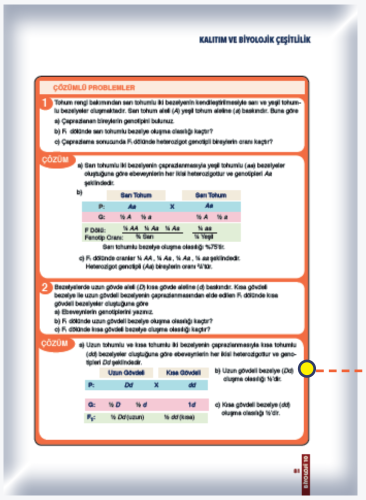
Güncel haberlerin yer aldığı haber köşesi sayfasıdır.

Etkinlik ve deney sayfasıdır.

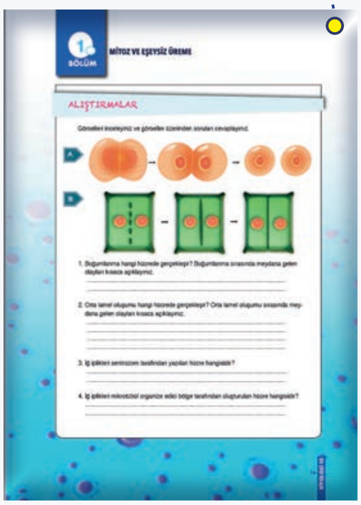
Her ünitede bir okuma parçası yer alır.



Alıştırma sorularının yer aldığı sayfadır.



Örnek problem ve çözümlerin yer aldığı sayfadır.



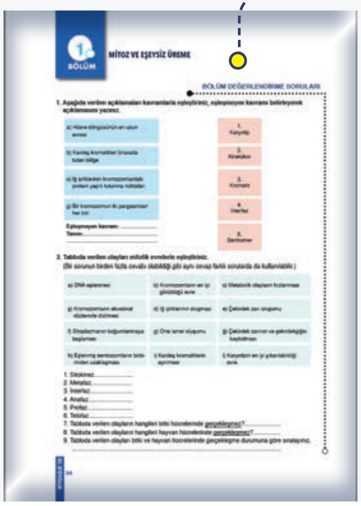
Konuyla ilgili önemli bilgileri içerir.

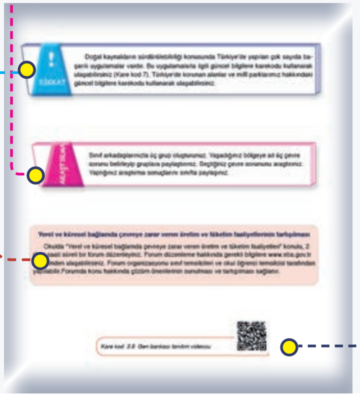
Konuyla ilgili yeterlilik ve becerileri geliştirme faaliyetleri önerir.

Konuyla ilgili yapılacak araştırmalara yönlendirir.

Konuyla ilgili ulaşabileceğiniz kaynakların karekodlarını gösterir.

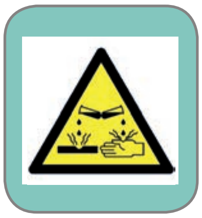
Bölüm değerlendirme ve ölçme ve değerlendirme sorularının yer aldığı sayfalardır.



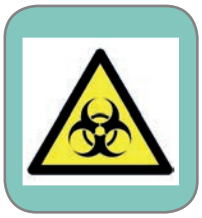


GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

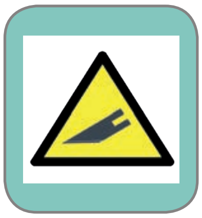
Kitap içerisinde yer alan etkinlik, deney ve araştırma bölümlerinin uygulamalarını yaparken dikkat edilmesi gereken güvenlik önlemleri ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.



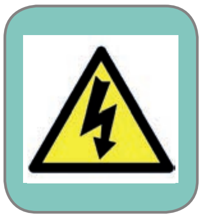
Aşındırıcı madde
Aşındırıcı etkisi olan maddeleri ifade eder.



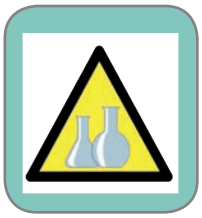
Biyolojik risk
Canlı kaynaklardan oluşabilecek riskleri ifade eder.



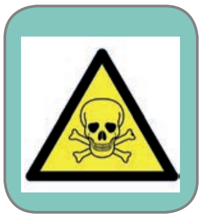
Kesici alet
Deney sırasında kesici alet kullanımı ile oluşabilecek riskleri ifade eder.



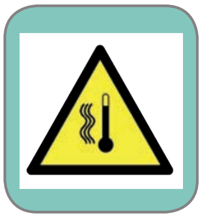
Elektrik tehlikesi
Elektrikli araçlarla çalışılırken dikkat edilmesi gerektiğini ifade eder.



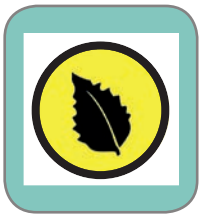
Kırılacak eşya
Deney sırasında cam araçların kullanılmasında dikkatli olunması gerektiğini ifade eder.



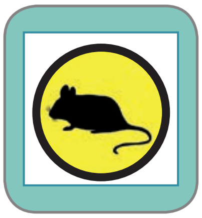
Zehirli (toksik) madde
Çalışırken zehir etkisi yapabilecek maddeleri ifade eder.



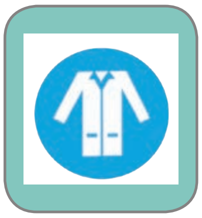
Yüksek ısı
Yüksek ısı gerektiren durumlarda dikkatli olunması gerektiğini ifade eder.



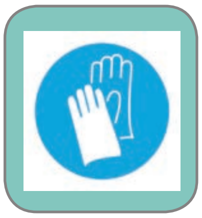
Bitki güvenliği
Zehirli ve dikenli bitkiler tutulacağı zaman dikkatli olunması gerektiğini ifade eder.



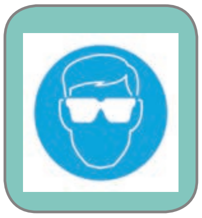
Hayvan güvenliği
Canlı hayvanlarla yapılan deneylerde hayvanın güvenliğini ve kendi güvenliğini sağlaması gerektiğini ifade eder.



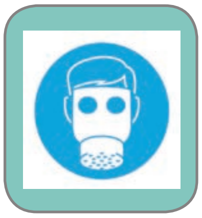
Önlük giy
Deney sırasında giysilerinizin korunmasını ifade eder.



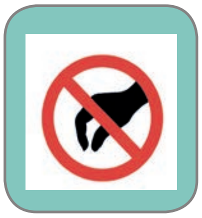
Eldiven giy
Deney sırasında ellerin korunmasını ifade eder.



Gözlük kullan
Deney sırasında gözlerin korunmasını ifade eder.



Maske kullan
Deney sırasında yüzün korunmasını ifade eder.



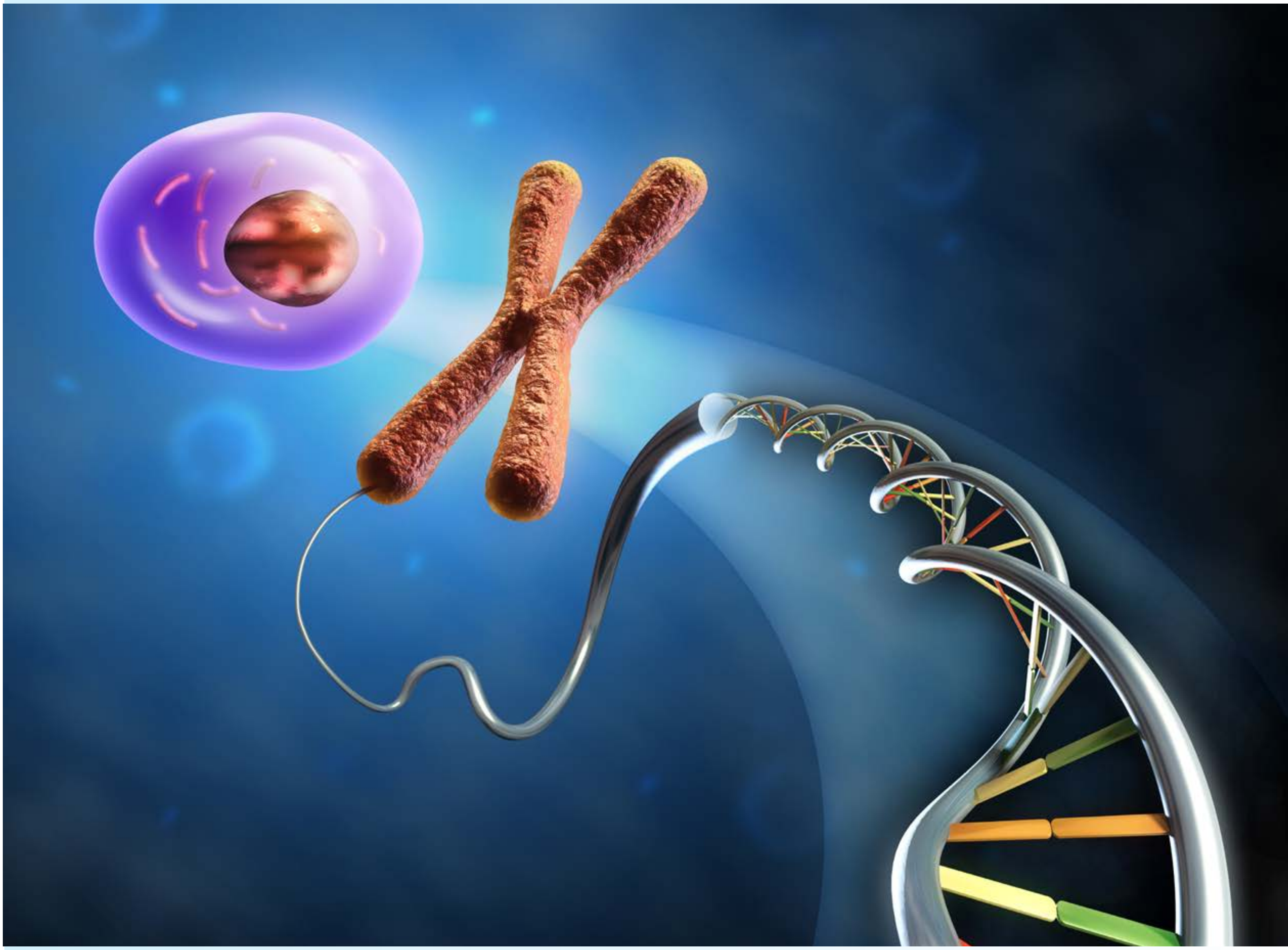
Dokunma
Temas ile zarar verebilecek maddeleri ifade eder.

1. ÜNİTE

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

1. BÖLÜM: MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

2. BÖLÜM: MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME



1. BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Hücre bölünmesi
- Eşeysiz üreme
- İnterfaz
- Kanser
- Mitoz

HAZIR MISINIZ?

○ Zürafa ile yavrusunun boyları neden farklıdır?

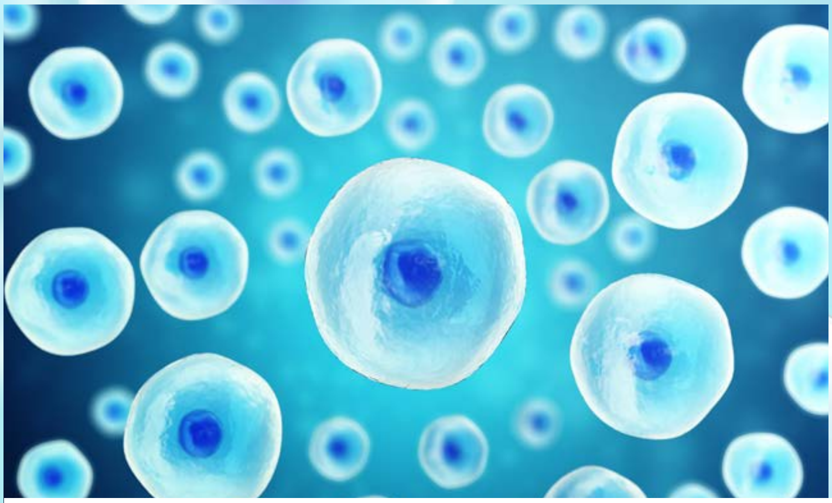
○ Vücutta oluşan yaralar nasıl onarılır?

○ Kanserden korunmak için neler yapılabilir?

○ Turunç ağacının farklı dallarında limon, portakal, mandalina nasıl yetiştirilir?

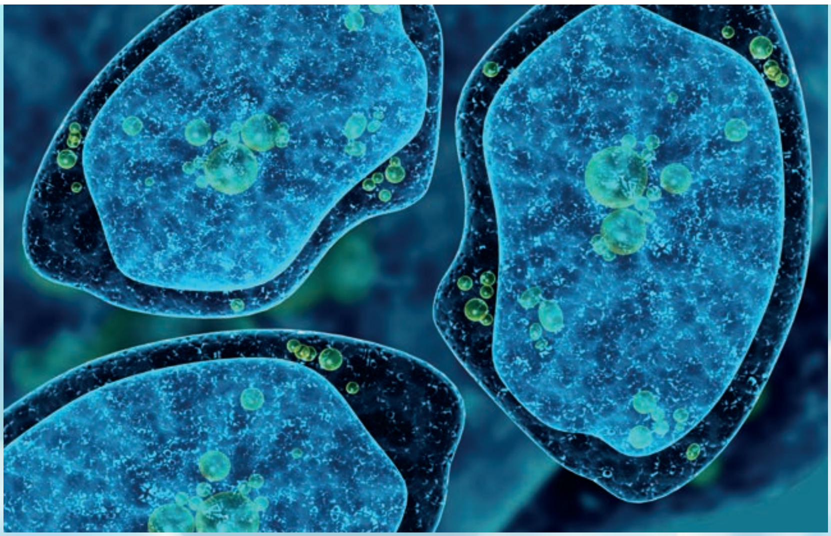
1. BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME



Tüm canlılar nesillerini sürdürebilmek için yeni hücreler oluşturmak zorundadır. Yeni hücreler, mevcut hücrelerin bölünmesi sonucu oluşur. Canlıların ortak özelliklerinden üreme ve büyüme gibi faaliyetler, hücre bölünmeleriyle gerçekleşir. Çok hücrelilerde bölünme evrelerini tamamlayarak oluşan yeni hücreler, özelleşerek farklı görevleri yerine getirir.

Üremenin temeli, hücre bölünmelerine dayanır. Üreme yöntemleri kullanılarak istenilen özellikte hayvansal ve bitkisel ürünler elde edilebilmektedir. Bu bölümde canlılarda hücre bölünmesinin gerekliliğini, mitozu, eşeysiz üreme çeşitlerini ve eşeysiz yolla üreyen bazı canlıları öğreneceksiniz.



1.1. MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

1.1.1. HÜCRE BÖLÜNMESİNİN GEREKLİLİĞİ

Canlılar, hücre ya da hücrelerden oluşur. Canlılığın devamı için yeni hücrelerin oluşması gerekir. Yeni hücreler var olan hücrelerin bölünmesiyle meydana gelir. Canlılarda üremenin temelini hücre bölünmeleri oluşturur. Hücre bölünmeleri mitoz ve mayoz olmak üzere iki çeşittir.

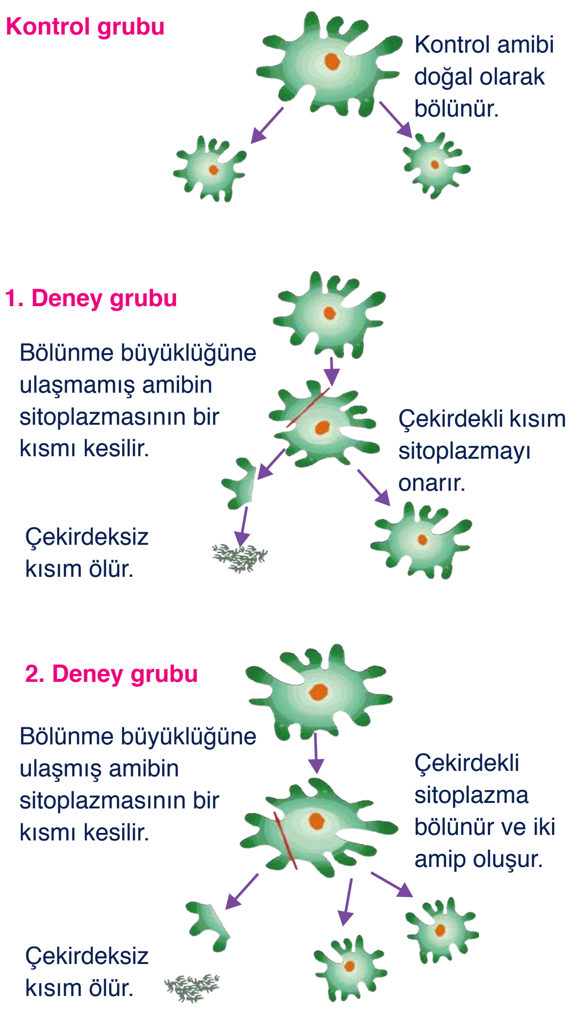
Bir hücrenin bölünebilmesi için hücrede bazı şartların oluşması gerekir. Hormonların uyarıcı etkisi, hacim-yüzey oranının bozulması ve sitoplazma-çekirdek oranının değişmesi bunlardan bazılarıdır. Büyüme sırasında meydana gelen sitoplazmadaki artış, hücre zarındaki artıştan fazla olduğundan hücrede hacmin (r^3) yüzeye (r^2) oranı bozulur (r = hücrenin yarıçapı). Yüzey artışı yetersiz kaldığı için hücre zarından madde alışverişi yeterince gerçekleştirilemez. Ayrıca büyüyen hücrede etki ve kontrol gücü azalan çekirdek, hücreyi yönetmekte zorlanır. Çekirdek bölünme emri verir. Bu aşamadan sonra hücre bölünür. Sitoplazma ve çekirdeğin hücre bölünmesine etkisi, yapılan amip deneyi ile gösterilmiştir (Görsel 1.1).

Deneyde 3 grup amip kullanılmıştır.

Kontrol grubu: Amibe hiçbir işlem uygulanmadan normal koşullarda büyümesi gözlenmiş ve deney süresince defalarca doğal olarak bölündüğü görülmüştür.

Birinci deney grubu: Amip bölünme büyüklüğüne gelmeden sitoplazması bir miktar kesilir, kesilen sitoplazma parçası ölür. Çekirdekli kısım, eksilen sitoplazma parçasını tamamlayarak büyümeye devam eder. Amip bölünme büyüklüğüne ulaşmadan tekrar kesilerek sitoplazması azaltılır. İşlem birkaç kez tekrarlanır. Amip bölünme büyüklüğüne ulaşmadan her defasında sitoplazması kesilerek hacmi azaltıldığı için hacim-yüzey oranı bozulmaz. Çekirdek bölünme emri vermez ve hücre bölünemez.

İkinci deney grubu: Amip bölünme büyüklüğüne ulaştıktan sonra sitoplazması bir miktar kesilir. Çekirdeksiz sitoplazma parçası ölür. Çekirdekli sitoplazma büyür ve bölünür. İki yavru amip oluşur. Sitoplazmanın kesilerek hücre hacminin azaltılması bölünmeyi durdurmaz. Çünkü hücre, bölünme büyüklüğüne ulaşmış ve çekirdek hücreye bölünme emrini vermiştir.


Kontrol grubu
Kontrol amibi doğal olarak bölünür.
1. Deney grubu
Bölünme büyüklüğüne ulaşmamış amibin sitoplazmasının bir kısmı kesilir.
Çekirdekli kısım sitoplazmayı onarır.
Çekirdeksiz kısım ölür.
2. Deney grubu
Bölünme büyüklüğüne ulaşmış amibin sitoplazmasının bir kısmı kesilir.
Çekirdekli sitoplazma bölünür ve iki amip oluşur.
Çekirdeksiz kısım ölür.

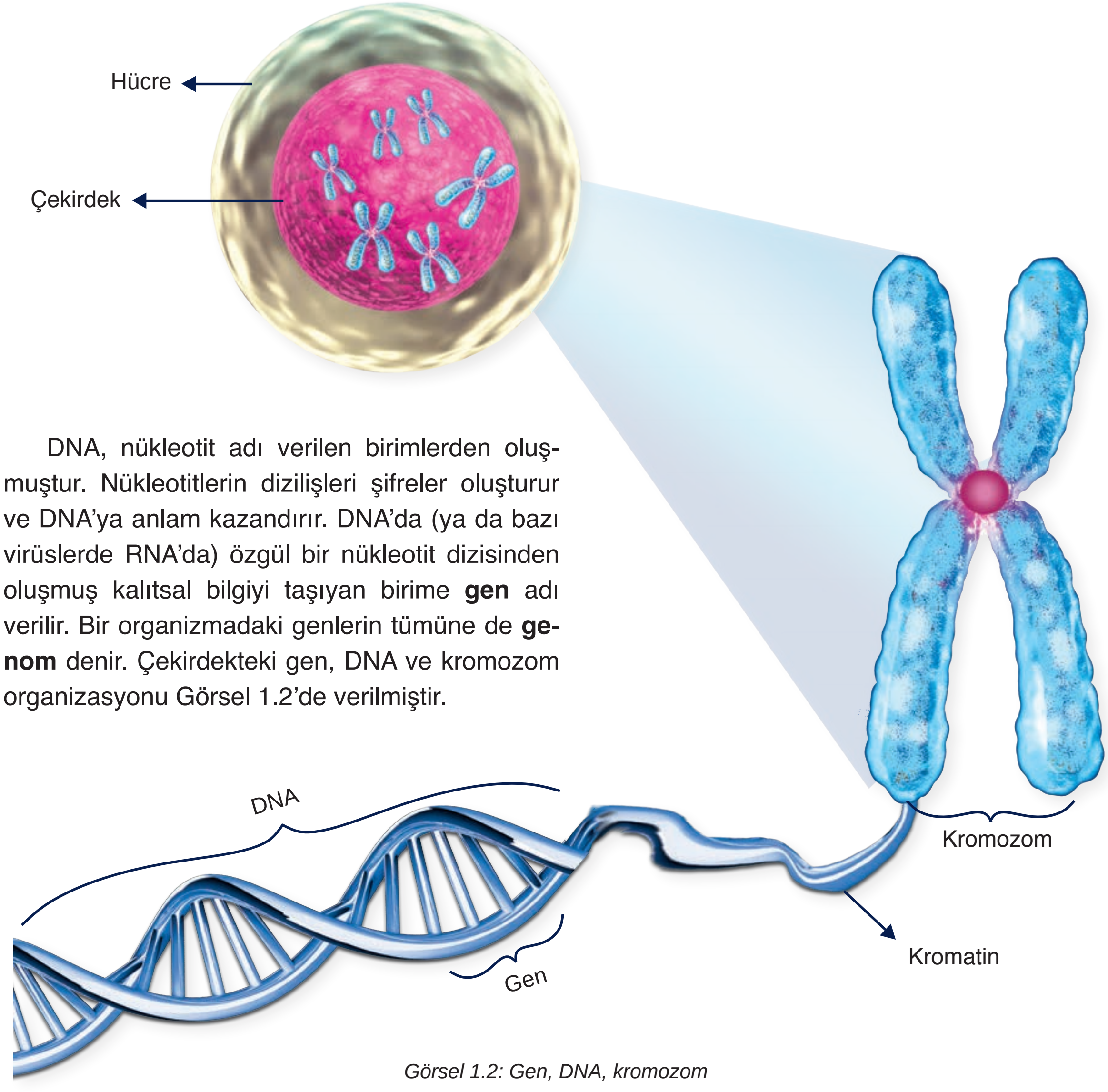
Görsel 1.1: Amipte bölünme

1. BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

Hücre döngüsü ve bölünme evrelerinin anlaşılabilmesi için bazı kavramların bilinmesi gerekir. **DNA** (Deoksiribo Nükleik Asit), canlıların genetik bilgilerini içeren yapıdır. Her canlı türünün sahip olduğu DNA miktarı birbirinden farklıdır. Kalıtım maddesi olan DNA, interfazda eşlenerek bölünme sonucunda yavru hücrelere aktarılır.

DNA, nükleotit adı verilen birimlerden oluşmuştur. Nükleotitlerin dizilişleri şifreler oluşturur ve DNA'ya anlam kazandırır. DNA'da (ya da bazı virüslerde RNA'da) özgül bir nükleotit dizisinden oluşmuş kalıtsal bilgiyi taşıyan birime **gen** adı verilir. Bir organizmadaki genlerin tümüne de **genom** denir. Çekirdekteki gen, DNA ve kromozom organizasyonu Görsel 1.2'de verilmiştir.



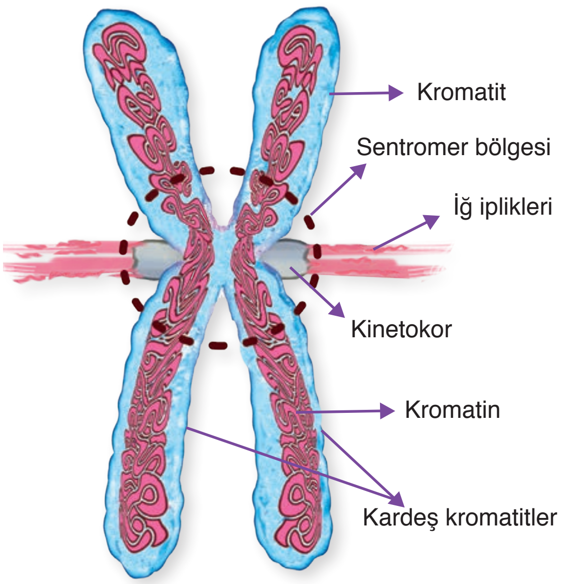
Görsel 1.2: Gen, DNA, kromozom

Ökaryot bir hücrenin kromozomunu oluşturan DNA ve protein kompleksine **kromatin** denir. İnce, uzun iplikler halinde olan kromotinler hücre bölünmeden önce eşlenir. Bölünme sırasında kromatin iplikler kısalıp kalınlaşarak özel katlanmalar sonucu **kromozom** adını verdiğimiz yapıyı oluşturur. Kromozomların sayısı ve şekilleri her canlı türü için bellidir ve kural olarak sabittir. Örneğin insanda (*Homo sapiens* - Homo sapiyens) 46, buğdayda (*Triticum aestivum* - Tiritikum aestivum) 42 ve sirke sineğinde (*Drosophila melanogaster* - Drosofila melanogaster) 8 kromozom bulunur.

Aynı kromozom sayısına sahip farklı türler olabilir. Goril (*Gorilla gorilla*), patates (*Solanum tuberosum* - Solanum tuberozum) ve kırmızı karınca (*Formica sanguinea* - Formika sanguiniya) farklı türler olmasına rağmen kromozom sayıları 48'dir.

Kromozom sayısı ile canlıların gelişmişlikleri arasında bir ilişki yoktur. Örneğin sazan balığı (*Cyprinus carpio* - Ciprinus karpiyo) 104, amip (*Amoeba proteus*) 250, güvercin (*Columbia livia* - Kolumbiya liviya) 80 kromozoma sahiptir. Gelişmişlik açısından önemli olan kromozomlar üzerindeki genlerin canlıya kattıkları niteliklerdir. Kromozomlar, uzun DNA zincirlerinin proteinler üzerine sarılıp çok sayıda sarmal oluşturmasıyla meydana gelir. Prokaryot hücrelerin sahip olduğu halkasal DNA molekülüne de kromozom denir.

Eşlenen bir kromozomun iki parçasından her birine **kromatit** adı verilir. Bir kromozomun birbirinin kopyası olan iki kromatitine ise **kardeş kromatitler** denir. Kardeş kromatitleri bir arada tutan bölgeye **sentromer**, sentromerde bulunan iğ ipliklerinin bağlandığı proteinlere ise **kinetokor** adı verilir (Görsel 1.3).

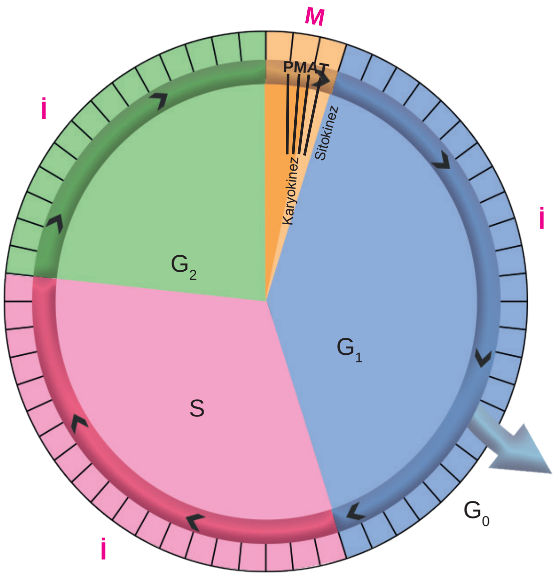


Görsel 1.3: Kromozomda kardeş kromatitler

1.1.2. MİTOZ

Yeni oluşmuş bir hücrenin bölünerek yeni hücreler meydana getirmesi sürecine **hücre döngüsü** denir. Hücre döngüsü, interfaz ve mitotik evre olmak üzere iki bölümden oluşur. Interfaz; G_1 (birinci ara), S (sentez), G_2 (ikinci ara) olmak üzere 3 alt evreden meydana gelir. Uzun bir interfazı, kısa bir mitotik evre takip eder (Görsel 1.4).

Hücre döngüsünün süresi, aynı canlının farklı dokularında değişiklik gösterebilir. Örneğin insanda bazı hücreler 24 saatte bir bölünür. Deri ve bağırsak epitel dokusundaki bazı hücreler sekiz saatte bir bölünür. Hücre döngüsünün süresi, farklı canlı türlerinde değişiklik gösterebilir. Bu süre yaklaşık olarak maya hücresinde 90 dakika, bakteri hücresinde 20 dakikadır. Çok hücreli organizmaların bazı hücreleri gerekli durumlarda bölünürken bazı hücreleri bölünmeyebilir.



M: Mitotik evre
(Karyokinez, Sitokinez)
İ: İnterfaz (G_1, S, G_2)

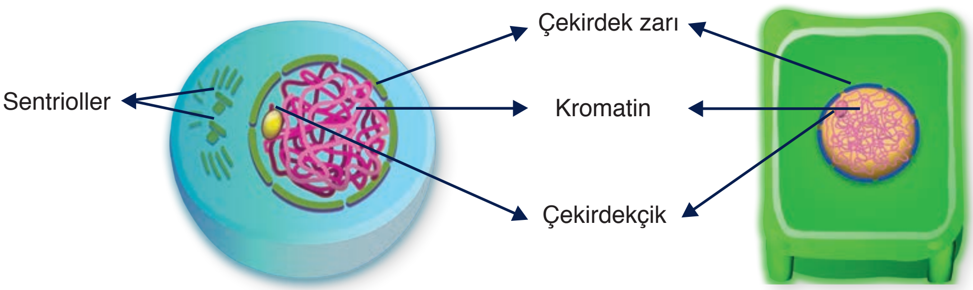
Görsel 1.4: Hücre döngüsü

1.
BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

İnterfaz

Hücre döngüsünün yaklaşık %90'ı interfazda geçer. Yaşamsal faaliyetlerin devam ettiği interfaz ayrıca hücrenin hızla büyüdüğü, metabolizmanın hızlandığı ve bölünme ile ilgili hazırlıkların yapıldığı en uzun evredir. İnterfazda hücrenin hacmi artar ve DNA eşlenmesi gerçekleşir. ATP ve protein sentezi gibi metabolik olaylar hızlanır, mitokondri gibi organellerin sayısı artar. İnterfaz, sitokinez evresi tamamlandığında başlar ve mitoz başlayana kadar devam eder. Hayvan hücresinde sentrozom interfazda eşlenir (Görsel 1.5 a). Bitki hücrelerinde sentrozom bulunmadığı için sentrozom eşlenmesi görülmez (Görsel 1.5 b).



Görsel 1.5 a: Hayvan hücresinde interfaz   *Görsel 1.5 b: Bitki hücresinde interfaz*

Üç alt evreden oluşan interfazın ilk evresi G_1'dir. Sitokinez sonundan S evresine kadar geçen dönemi kapsar. Bu evrede yavru hücre büyür ve S evresine hazırlanır. G_1 evresinin ne kadar süreceği hücreden hücreye farklılık gösterir. Bazı özelleşmiş hücrelerde G_1 evresi çok uzun sürebilir. Bu durumda hücrede metabolik olaylar devam eder ancak hücre bölünmesi gerçekleşmez. Hızlı bölünen embriyonik hücrelerde ise G_1 evresi görülmeden S evresine geçilir. S evresinde hücrenin DNA'sı kendini eşlediğinden genetik materyal iki katına çıkar. G_2 evresinde hücre büyümeye devam eder ve mitoz için hazırlıklarını tamamlar.

Mitotik Evre

Mitotik evre, bölünme ile ilgili tüm hazırlıklar yapıldıktan sonra bölünmenin gerçekleştiği evredir. Farklı kromozom takımlarına sahip (n, 2n, 3n gibi) hücrelerde gerçekleşebilir. Ökaryotik tek hücrelilerde üremeyi; çok hücrelilerde ise çoğunlukla büyümeyi, gelişmeyi, yenilenmeyi, kromozom yapısı ve sayısı değişmediğinden kalıtsal devamlılığı sağlar.

Çok hücreli organizmaların hücreleri sınırsız bölünme yeteneğine sahip değildir. Bitkilerin meristem dokularının, sınırsız bölündükleri kabul edilir. Yeryüzünde tespit edilen en yaşlı bitkinin 80 000 yıl yaşayabildiği tahmin edilmektedir. Sınırsız yaşayan bir bitki yoktur. Mitotik evre sonunda bir hücreden aynı kalıtsal özelliğe sahip iki yavru hücre oluşur. Oluşan hücrelerin büyüklüğünde, organel sayısında ve sitoplazma miktarında farklılıklar olabilir. Mitotik evre iki süreçten oluşur:

1. Çekirdek bölünmesi (karyokinez / mitoz)
2. Sitoplazma bölünmesi (sitokinez)

1. Çekirdek Bölünmesi (Karyokinez / Mitoz)

Mitoz çekirdek bölünmesi olup hücresel döngünün bir evresidir. Bu evrede hücrenin tüm kalıtsal bilgileri yeni oluşacak çekirdeklere geçmektedir. Mitoz, çok hücrelilerde zigot oluşumuyla başlayıp canlının yaşamının sonuna kadar devam eder.

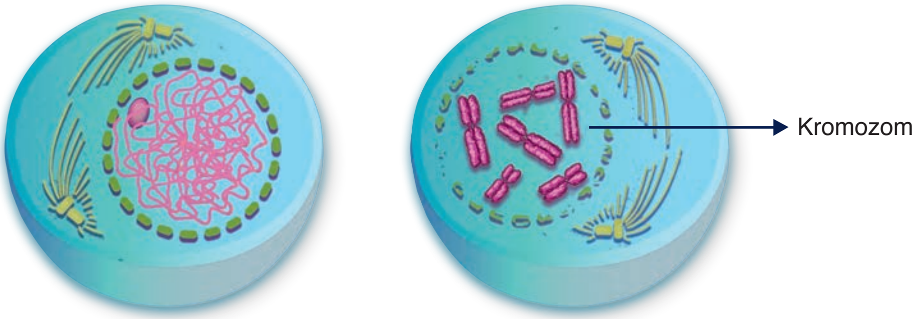
Mitoz dört evrede gerçekleşir:

- ✓ Profaz
- ✓ Metafaz
- ✓ Anafaz
- ✓ Telofaz

Profaz

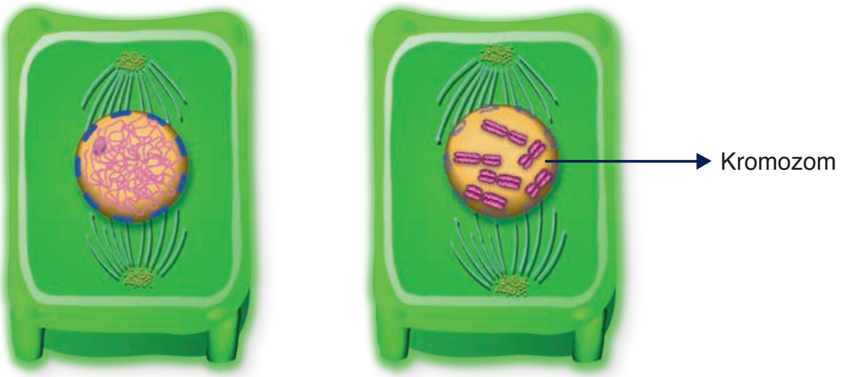
Profaz başlangıcında kromatin iplikler katlanıp kısalarak ve sıkıca kıvrılarak tek tek görülebilen kromozom hâlini almaya başlar. Çekirdekçikler kaybolur. Çekirdek zarı ve endoplazmik retikulum parçalanmaya başlar. Mitotik iğ iplikleri oluşur. Hayvan hücrelerinde iğ iplikleri sentrozom tarafından oluşturulur. İğ ipliklerinin bazıları kromozomların kinetokorlarına bağlanırken bazıları da doğrudan karşılıklı sentrozomlara bağlanır. Her bir kromozom sentromer bölgelerinden birbirine tutunmuş özdeş iki kromatitten oluşur. Kromozomlardaki kromatitlerin her biri bir kinetokora sahiptir. Kinetokorlara tutunan iğ iplikleri kromozomları ileri geri hareket ettirir.

Sentrozoma sahip olan hücrelerde interfazda eşlenen sentrozomlar, aralarındaki mikrotübüllerin uzamasıyla birbirinden uzaklaşır ve zıt kutuplara doğru gider (Görsel 1.6 a). Profaz sonuna doğru çekirdek zarı parçalanır.



Görsel 1.6 a: Hayvan hücresinde profaz başlangıcı ve sonu

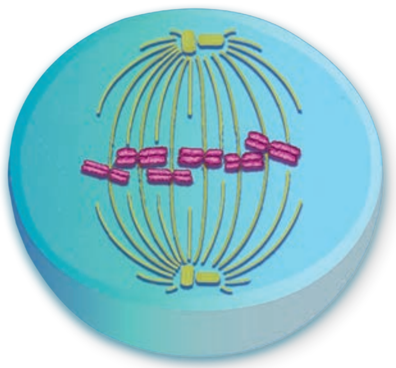
Profazda meydana gelen olaylar, bitki hücrelerinde hayvan hücrelerine göre farklılıklar gösterir. Bunlardan biri mitotik iğ ipliklerinin oluşumunda görülür. Bitki hücrelerinde sentrozom olmadığı için iğ ipliklerini mikrotübül organize edici bölge oluşturur (Görsel 1.6 b). İğ ipliklerinin oluşumlarındaki farklılık görevlerini değiştirmez.



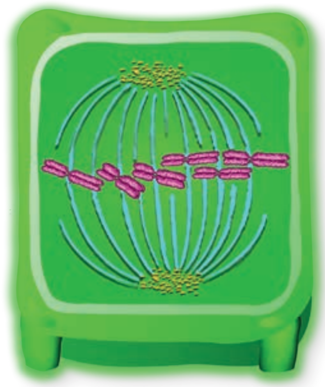
Görsel 1.6 b: Bitki hücresinde profaz başlangıcı ve sonu

Metafaz

İğ ipliklerine kinetokorlarından tutunmuş kromozomlar, hücrenin ekvatoral düzleminde (metafaz plağı) yan yana dizilir. Metafaz kromozomların en belirgin görüldüğü evredir (Görsel 1.7 a, 1.7 b).

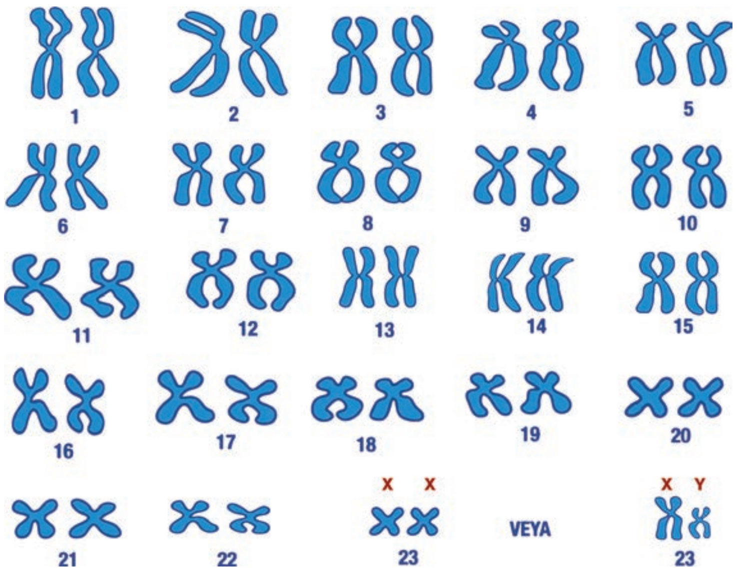


Görsel 1.7 a: Hayvan hücresinde metafaz



Görsel 1.7 b: Bitki hücresinde metafaz

Kromozomların büyüklük ve biçimine göre çiftler hâlinde görüntülenmesi yöntemine **karyotip** denir. Görsel 1.8'de normal bir insanın karyotipi şema olarak gösterilmiştir. Metafazda kromozomların karyotipi çıkarılarak varsa sayı ve şekil bakımından kromozom anormallikleri belirlenir. Bu yöntemle kalıtsal bazı hastalıkların erken teşhisi konulur.



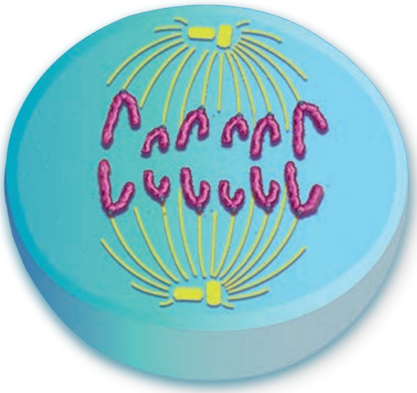
Görsel 1.8: Normal insan karyotipi

ARAŞTIRMA

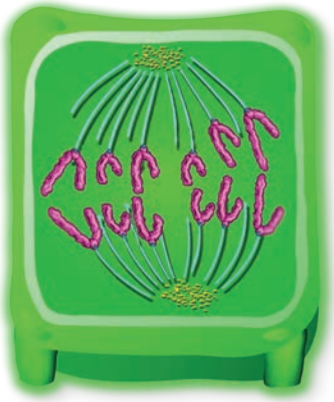
1. Sağlıklı bir insanda bölünme yeteneği olmayan hücreler hangileridir?
2. Bölünme yeteneğini kaybetmiş bazı hücreler bölünme yeteneğini tekar nasıl kazanabilir?

Anafaz

Kinetokorlara bağlı iğ iplikleri (mikrotübüller) sayesinde ve sentromer bölgesindeki proteinlerin çözülmesiyle ayrılan kardeş kromatitler, zıt kutuplara çekilir. Bu olay anafazın başlangıcı olarak kabul edilir. Birbirinin kopyası olan kardeş kromatitler, kutuplara gitmek üzere ayrıldığında artık kromozom olarak adlandırılır. Kinetokorlara bağlı olmayan iğ ipliklerinin uzaması sonucu hücrenin boyu uzar. Bu durum hayvan hücrelerinde sitoplazma bölünmesini kolaylaştırır. Kromozomlar kutuplara ulaştığında anafaz tamamlanır (Görsel 1.9 a, 1.9 b).



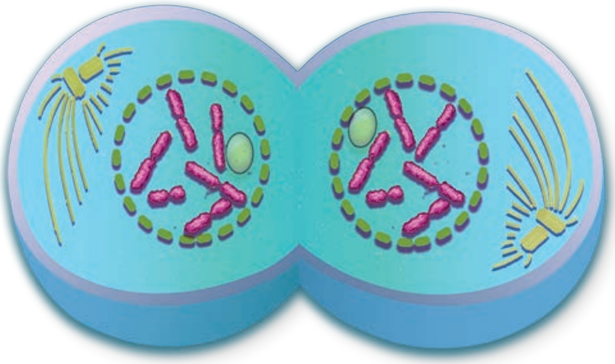
Görsel 1.9 a: Hayvan hücresinde anafaz



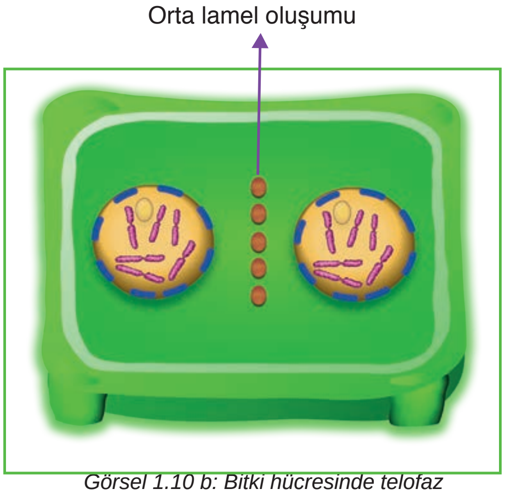
Görsel 1.9 b: Bitki hücresinde anafaz

Telofaz

Çekirdek zarının yeniden oluşmasıyla iki çekirdekli bir hücre oluşur. İğ iplikleri kaybolur. Çekirdekçikler yeniden oluşur. Kromozomların yoğunlaşması çözülerek kromatin ipliklere dönüşür ve çekirdek bölünmesi tamamlanır (Görsel 1.10 a, 1.10 b). Genellikle telofazın sonuna doğru bitki hücrelerinde orta lamel (ara plak) oluşumu, hayvan hücrelerinde sitoplazma boğumlanması başlar.



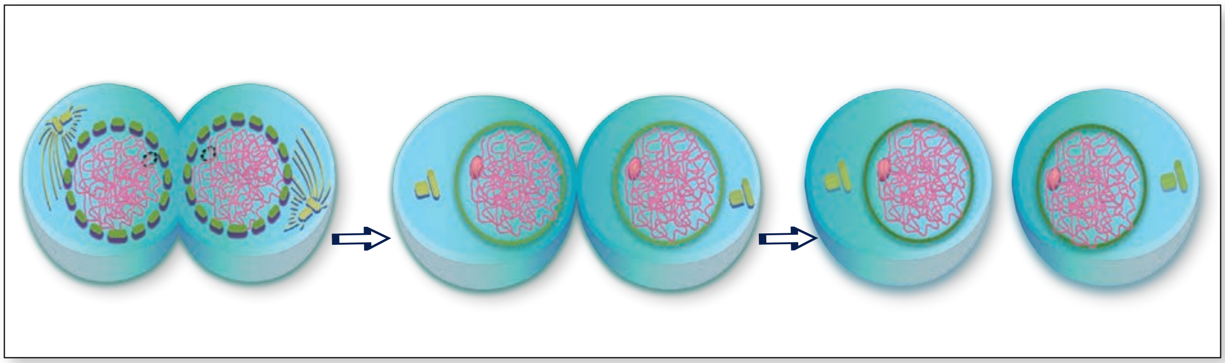
Görsel 1.10 a: Hayvan hücresinde telofaz



Görsel 1.10 b: Bitki hücresinde telofaz

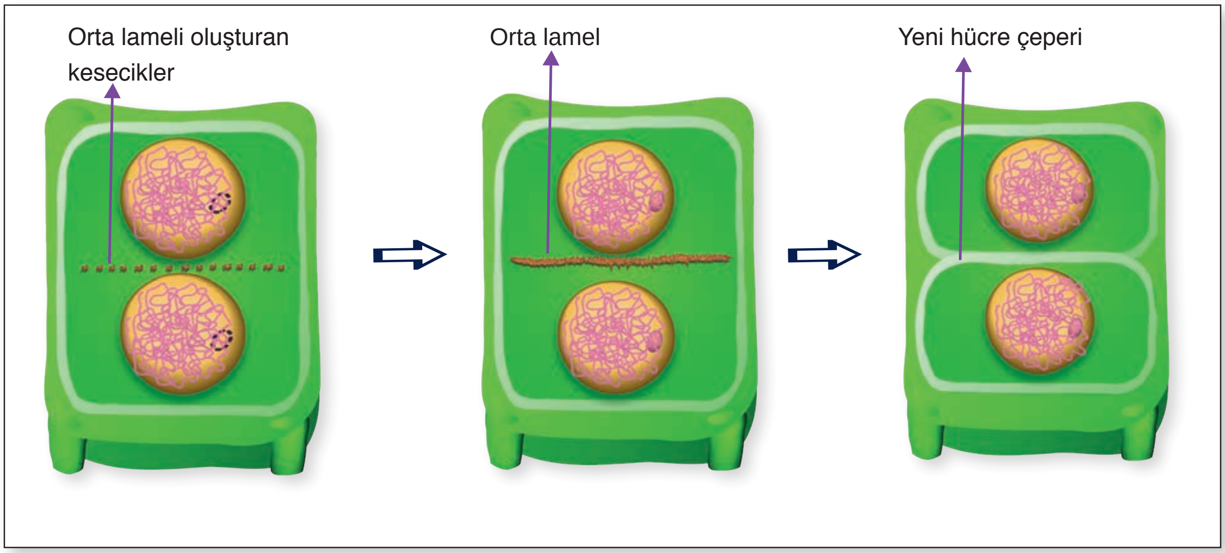
2. Sitoplazma Bölünmesi (Sitokinez)

Çekirdek bölünmesinin ardından meydana gelen sitoplazma bölünmesine **sitokinez** denir. Sitokinez genellikle telofazla başlar ve mitozun bitişinden kısa bir süre sonra iki yavru hücre oluşur. Sitokinez bitki ve hayvan hücrelerinde farklıdır. Hayvan hücrelerinde mikroflamentlerin kasılmasıyla hücre zarının her iki yönde dıştan içe boğumlanması, sitoplazmayı ikiye böler (Görsel 1.11 a).



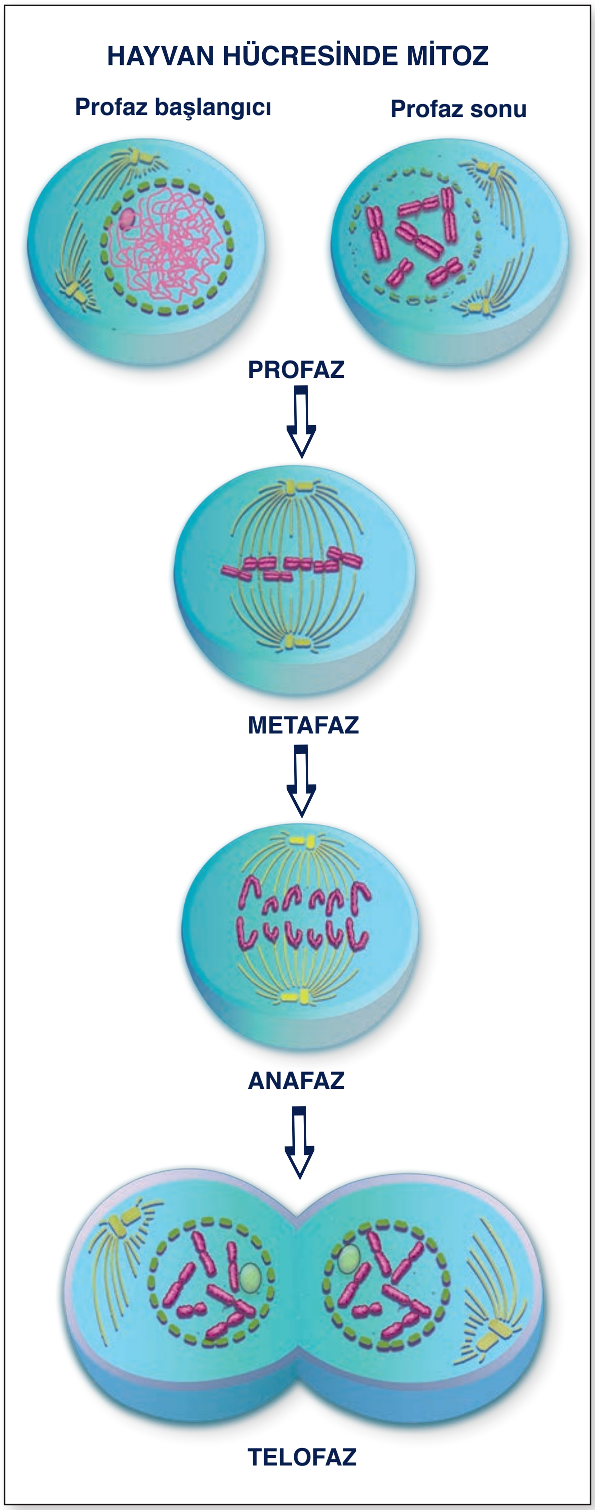
Görsel 1.11 a: Hayvan hücresinde sitokinez

Bitki hücrelerinde hücre çeperi bulunduğu için boğumlanma gerçekleşmez. Golgiden ayrılan keseciklerin orta lamel oluşturmasıyla sitoplazma bölünmesi sağlanır. Lamel oluşumu, ortada başlayıp merkezden kenarlara doğru iki yönde zara değinceye kadar devam eder (Görsel 1.11 b).

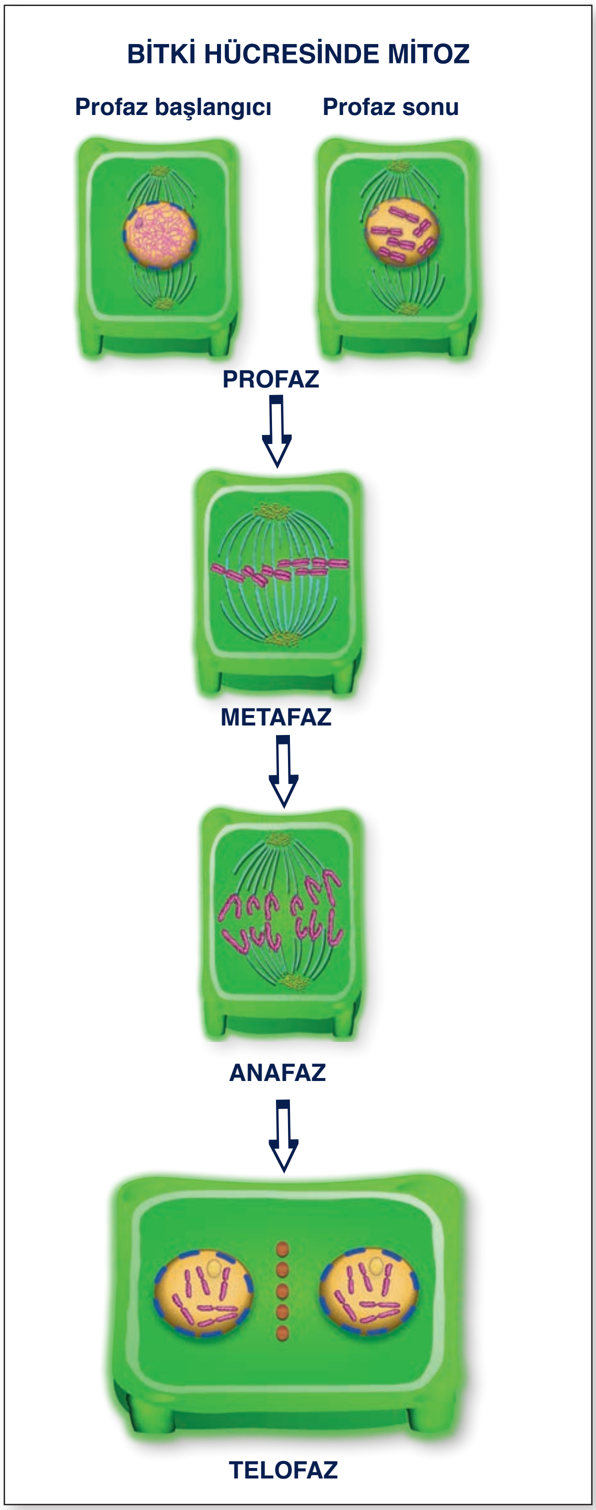


Görsel 1.11 b: Bitki hücresinde sitokinez

Görsel 1.12 a ve 1.12 b'de 2n = 6 kromozomlu hayvan ve bitki hücrelerinin mitoz evreleri verilmiştir.


HAYVAN HÜCRESİNDE MİTOZ
Profaz başlangıcı
Profaz sonu
PROFAZ
METAFAZ
ANAFAZ
TELOFAZ

Görsel 1.12 a: Hayvan hücresinde mitoz evreleri

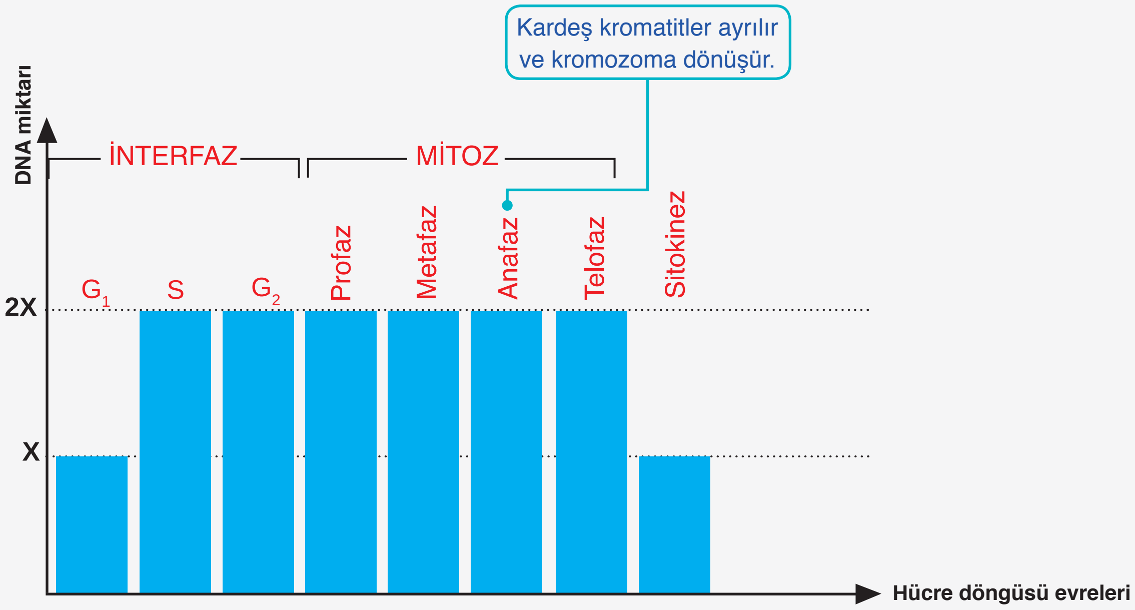

BİTKİ HÜCRESİNDE MİTOZ
Profaz başlangıcı
Profaz sonu
PROFAZ
METAFAZ
ANAFAZ
TELOFAZ

Görsel 1.12 b: Bitki hücresinde mitoz evreleri

1. BÖLÜM

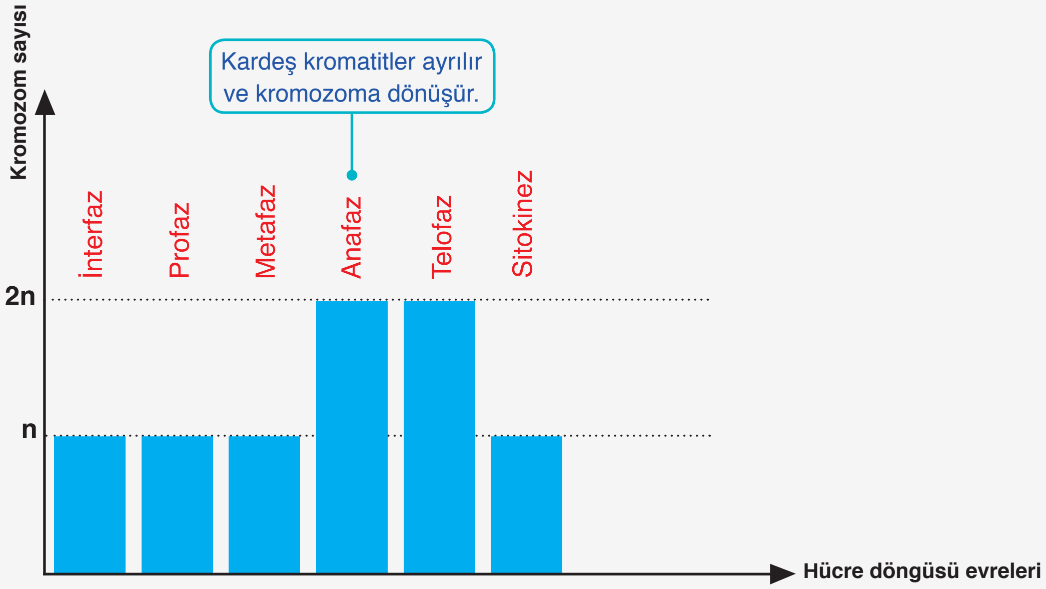
MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

Hücre döngüsünde DNA miktarı değişimi Grafik 1.1'de gösterilmiştir. İnterfazda DNA eşlendiğinden miktarı iki katına çıkar. Sitokinezin tamamlanmasıyla hücreler ayrılırken oluşan her hücreye eşit miktarda DNA aktarılır. Böylece yeni hücreler, bölünmeye giren ata hücreyle aynı miktarda DNA'ya sahip olur.



Grafik 1.1: Hücre döngüsünde DNA miktarı değişimi

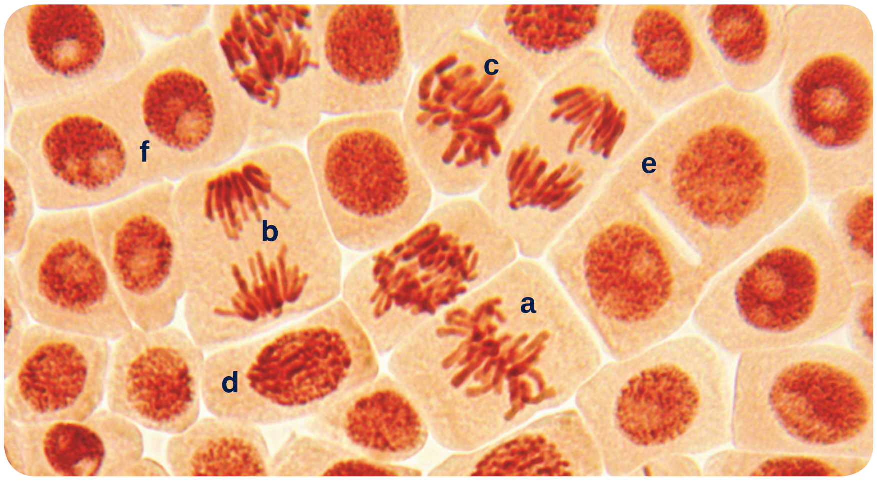
Hücre döngüsünde kromozom sayısı değişimi Grafik 1.2'de gösterilmiştir. Anafazda kardeş kromatitler ayrılarak kromozoma dönüştüğünden hücrenin kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkar. Sitokinezde hücreler ayrıldığından her hücre başlangıçtaki ata hücrenin kromozom sayısına sahip olur.



Grafik 1.2: Hücre döngüsünde kromozom sayısı değişimi

ALIŞTIRMALAR

Görseli inceleyiniz ve görsel üzerinden soruları cevaplayınız.



1. Görsel üzerindeki harflendirilmiş hücrelerin, bölünmenin hangi evresinde olduğunu yazınız.

a: .... b: ....
c: .... d: ....
e: .... f : ....

2. Kromozomların en iyi gözlendiği evrenin harfini yazınız.

....

3. Kardeş kromatitlerin birbirlerinden ayrıldıkları evrenin harfini yazınız.

....

4. Sitokinezin gözlendiği evrenin harfini yazınız.

....

5. Görseldeki evreleri gerçekleşme sırasına göre yazınız.

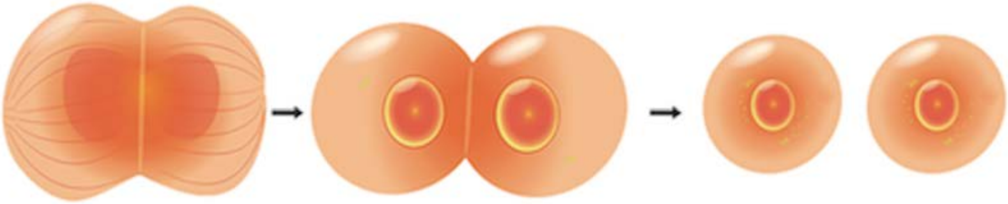
....

Karekod 1.1: Mitoz ile ilgili video

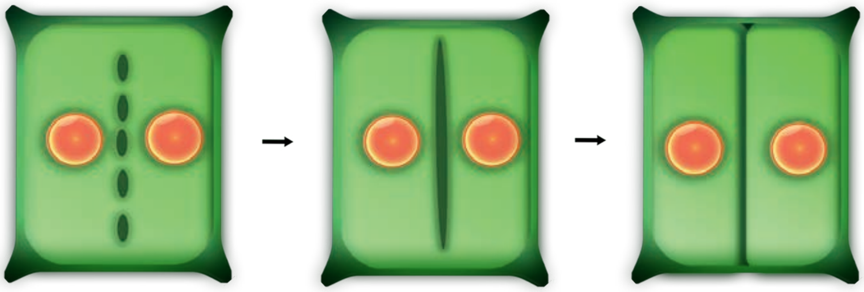
ALIŞTIRMALAR

Görselleri inceleyiniz ve görseller üzerinden soruları cevaplayınız.

A



B



1. **Boğumlanma hangi hücrede gerçekleşir? Boğumlanma sırasında meydana gelen olayları açıklayınız.**

....

....

2. **Orta lamel oluşumu hangi hücrede gerçekleşir? Orta lamel oluşumu sırasında meydana gelen olayları açıklayınız.**

....

....

....

....

3. **İğ iplikleri sentrozom tarafından yapılan hücre hangisidir?**

....

....

4. **İğ iplikleri mikrotübül organize edici bölge tarafından oluşturulan hücre hangisidir?**

....

....

Mitoz sonucu oluşan hücrelerin genetik yapısının ve kromozom sayısının aynı olmasının nedeni kardeş kromatitlerin ayrılmasıdır. Mitoz sonucu oluşacak hücre sayısı **2^n** ile hesaplanır (n = bölünme sayısı).

ALIŞTIRMA

Tabloyu inceleyerek soruları cevaplayınız.

Mitoz Geçirecek Hücrelerin Kromozom Durumu	Oluşan Hücre Sayısı	Oluşan Hücrelerin Kromozom Durumu
I. Hücre: 2n	b=?	d=?
II. Hücre: a=?	c=?	2n
III. Hücre: n	16	e=?

Tabloda I. hücre 2 kez, II. hücre 3 kez ve III. hücre 4 kez art arda mitoz geçiriyor.

Tabloda verilen bilgilere göre soru işaretiyle belirtilen alanları bulunuz.

a = ...

b = ...

c = ...

d = ...

e = ...

DİKKAT

Bazı hücreler birden fazla çekirdeğe sahiptir. Bu hücrelerin, hücre döngüsünde interfaz ve karyokinez gerçekleşirken sitokinez gerçekleşmediği için çok çekirdekli hücreler oluşur. Bazı mantar hücreleri ve paramesyum, bu yolla hücredeki çekirdek sayısını artırabilir.

1. BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

ETKİNLİK 1.1: Soğan Kök Hücrelerinde Mitozun Gözlenmesi

Amaç: Mitoz evrelerinin mikroskopta gözlenmesi ve incelenmesi

Güvenlik Önlemleri

Ön Hazırlık

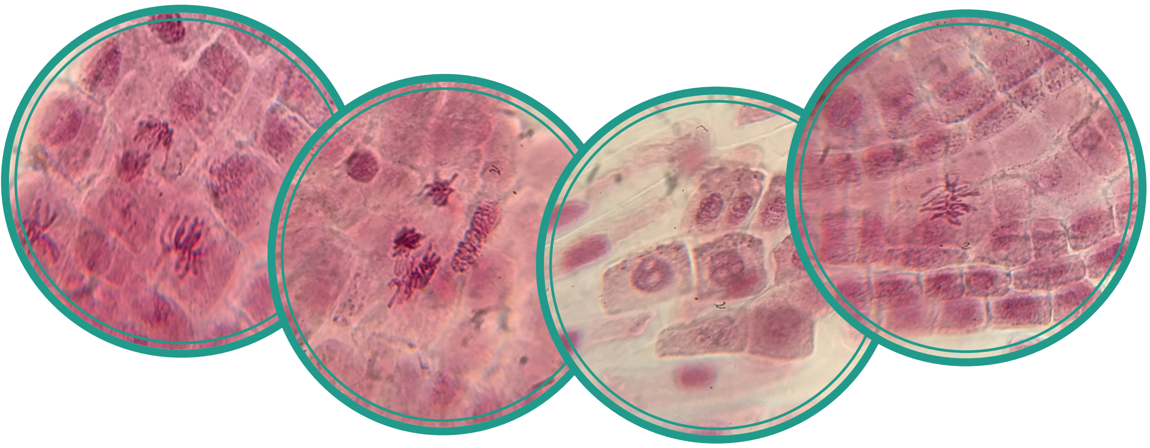
- Birkaç adet kuru soğanın dıştaki pulsu yapraklarını soyunuz.
- Soğanın kök kısmındaki kalıntıları temizleyiniz.
- Soğanı, yeni köklerin oluşması için kök kısmı su içinde kalacak şekilde birkaç gün kavanozda bekletiniz.
- Bir birim asetik asit ile üç birim etil alkolü karıştırarak aseto-alkol çözeltisi hazırlayınız.

Araç Gereç

Taze hazırlanmış asetokarmin boyası
Kuru soğan
Pens
Kavanoz
Bisturi
Lam
Lamel
Aseto-alkol çözeltisi
Saat camı
Petri kabı
İspirto ocağı
Kurutma kağıdı
Büyüteç

Uygulama Aşamaları

- Yeni oluşan kök uçlarının birkaçını 1 cm’lik parçalar oluşacak şekilde kesiniz.
- Kesilen kök uçlarını petri kabındaki aseto-alkol çözeltisinde 10 dk. bekleterek hücre duvarının erimesini sağlayınız.
- Kök uçlarını saat camı içine alıp üzerlerini kapatacak kadar asetokarmin ekleyiniz.
- Saat camını pens ile tutarak ateşe değdirmeden ispirto ocağında kaynatmadan ısıtınız.
- Boyanan kök uçlarından 1-2 mm’lik parçalar keserek lam üzerine koyup bisturi ile her yönden birkaç defa kesiniz. Kök uçlarını net görebilmek için büyüteç kullanınız.
- Lam üzerindeki kök parçalarının üzerine birer damla asetokarmin ve su damlatarak lamelle kapatınız. Fazla sıvıyı kurutma kâğıdıyla emdiriniz.
- Lamelin üzerine parmağınızla hafifçe bastırınız. Bu işlem sırasında lameli hareket ettirmeyiniz.
- Hazırladığınız preparatı mikroskoba yerleştiriniz ve küçük objektifle görüntüyü bulup büyük objektiflerle inceleme yapınız.



Görseller x 400 oranında büyütülmüştür.

Sonuç ve Tartışma

1. Hazırladığınız preparatta gözlemlediğiniz görüntülerin hangi evrelere ait olduğunu sınıfta paylaşınız.
2. Mikroskop görüntüsünde kromozomların en net görüldüğü mitotik evre hangisidir?
3. Yapılan işlemlerden hangisi kromozomların daha belirgin olarak görülebilmesini sağlamıştır?

Ekler bölümünde verilen öğrenci ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz.

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

Mitozu açıklayan bir ürün, elektronik sunu (animasyon, video vb.) hazırlanması ve paylaşılması

Mitozu açıklamak için bilişim teknolojilerinden yararlanarak elektronik sunu, animasyon, video vb. hazırlayınız. Hazırladığınız ürünü sınıfta paylaşınız. İlgili görsellere www.eba.gov.tr adresinden ulaşabilirsiniz.

Karekod 1.2: Örnek animasyon

Karekod 1.3: Poster yapımı

HABER KÖŞESİ

Kanser Olmayan Hayvanlar

Kanserin tedavi yollarını araştırırken düşük oranda kansere yakalanan ya da hiç kanser olmayan hayvanları incelemek belki de daha yararlı. Filler ve tüysüz köstebek faresi üzerinde yapılan çalışmanın altında da bu düşünce yatıyor. Kanserin asıl nedeni bir grup hücrede meydana gelen mutasyonlar. Fillerde kanserin çok nadir görülmesinin sırrı TP53 geninde gizli. Fillerde insanda bulunan hücre sayısının 100 katı kadar hücre bulunuyor. Yirmi filden birinde kanser görülürken, beş insandan birinde kanser görülüyor. ABD'li araştırmacılar bu konuyu mercek altına aldı ve Journal of the American Medical Association (cornıl of dı amerikın medikıl assosieyşın) dergisinde yayımlanan çalışmalarının sonucuda hasarlı DNA'yı tamir etme yeteneği olan TP53 isimli genin fillerde insandan 20 kat daha fazla sayıda olduğunu tespit etti.

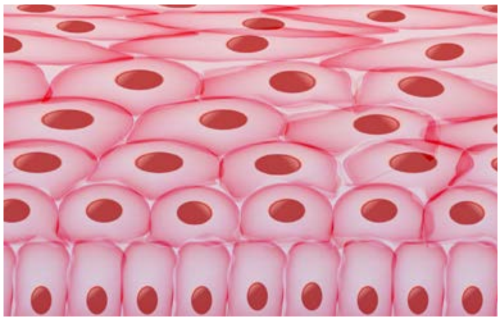
Tüysüz köstebek faresinde ise durum çok daha hayret verici. Çünkü tüysüz köstebek fareleri hiç kanser olmuyor. Üstelik bilim insanlarının laboratuvar ortamında bu farelerde kanseri tetiklemeye ve farelerin kanser olmasını sağlamaya çalışmalarına rağmen. Son günlerde yapılan bu çalışmaya göre tüysüz köstebek fareleri doğal bir mekanizma kullanarak mutasyonla mücadele ediyor ve kansere göz açtırmıyor. Bu mekanizmada hyalüronik asit isimli bir polimer rol oynuyor.

Araştırmacılar, bu polimer tüysüz köstebek faresinden uzaklaştırıldığında kanserin normal seyrinde yayıldığını gördü.Tüysüz köstebek faresinde insandakinden 5 kat daha fazla hyalüronik asit polimeri olduğu için fareler kansere yakalanmıyor. Nature dergisinde yayımlanan, yine bu çalışmalarıyla ilgili başka bir makalede ise araştırmacılar tüysüz köstebek faresinin cildinde yüksek yoğunlukta hyalüronik asit bulunduğunu, bunun fareye yerin altındaki tünellerde yaşayabilmesi için gerekli deri esnekliği sağladığını belirtti. Biyolojik bir sıçrama olarak kabul edilen bu bulguların kanser tedavisi geliştirme çalışmalarında hayati önemi olacağı düşünülüyor.

Özlem AK, Bilim ve Teknik Dergisi
Şubat 2016
Sayı 579

Hücre Döngüsünün Kontrolü

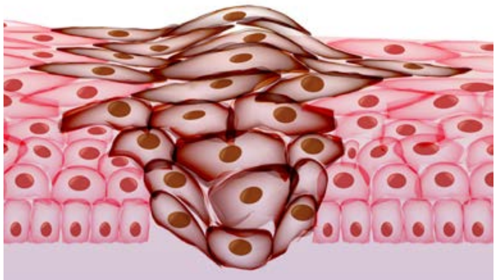
Hücre döngüsü içinde gerçekleşen yaşamsal olaylar, genlerin kontrolü altındadır. Birçok hücrede hücre döngüsünün evreleri arasındaki ilişkiyi sağlayan kontrol noktaları vardır. Bu kontrol noktaları kendinden önceki olaylar tamamlanmadan sonraki süreçlerin gerçekleşmesini engeller. Bunun için kontrol noktalarında “Devam et!” sinyalleri verilir. Hücre döngüsünün kontrolünde “Devam et!” sinyalleri özel proteinlerce düzenlenir.


Görsel 1.13: Normal hücreler

Hücre döngüsünün kontrol noktaları G_1, G_2 ve M kontrol noktalarıdır. G_1 kontrol noktasında hücrede metabolik olaylarda bir anormallik yoksa hücre bölünme büyüklüğüne ulaşmışsa “Devam et!” sinyali verilir. Bu sinyali alan hücre, döngünün diğer evresi olan S evresine geçer. Hücre tarafından “Devam et!” sinyali alınmazsa döngü G_1 evresinde durur, S evresine geçemez. Bu durumda bazı hücreler döngüden çıkarak G_0 evresi olarak adlandırılan durgun döneme geçer. Örneğin ileri derecede özelleşmiş sinir, kas ve karaciğer hücreleri G_0 evresindedir. Karaciğer hücreleri yaralanma gibi olaylarda büyüme faktörlerinin etkisiyle G_0 evresinden G_1 evresine devam edebilirler. Bu duruma bir başka örnek beynin hipokampüs bölgesindeki sinir hücrelerinin bölünmelerinin bilimsel olarak ispat edilmesi verilebilir. G_2 kontrol noktasında DNA’nın doğru eşlenip eşlenmediği ve DNA’da bir hasar olup olmadığı kontrol edilir.

M kontrol noktasında tüm kromozomların iğ ipliklerine bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilir. Kinetokorlar iğ ipliklerine bağlanmamışsa “Devam et!” sinyali verilmediğinden anafaz başlamaz. Bütün kinetokorlar iğ ipliklerine bağlandığında “Devam et!” sinyali verilir ve anafaz başlar. Böylece yavru hücrelere eşit miktarda gen ve kromozom aktarılır (Görsel 1.13).

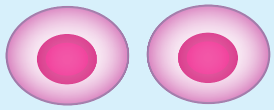
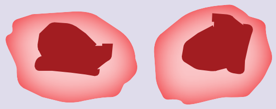
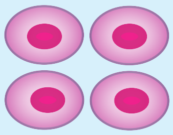
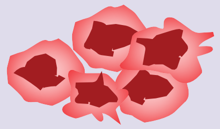
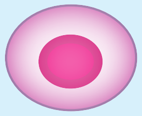
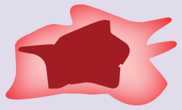
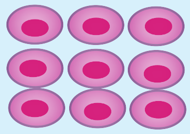
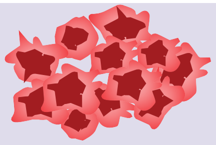
Hücrelerin bölünebilmesi için ortamda yeterli miktarda büyüme faktörü bulunmalıdır. Büyüme faktörü, belirli vücut hücreleri tarafından diğer hücreleri bölünmeye sevk etmek üzere salınan proteinlerdir. Hücrelere özgü belirli bir ya da birkaç çeşit büyüme faktörü vardır. Bölünerek çoğalan doku hücreleri yeterli sayıya ulaştığında büyüme faktörü etkisiyle bölünme durdurulur. Bazen mutasyon nedeniyle yeterli düzeyde büyüme faktörü taşımayan hücreler bölünmeye devam eder, hücre döngüsü kontrolden çıkar. Kontrolden çıkan bu anormal hücreler kendilerini yok eder. Ancak bu mekanizma da bozulursa hücreler, anormal şekilde çoğalır. Bir dokudaki anormal hücre kütlesine **tümör** denir (Görsel 1.14).


Görsel 1.14: Tümör oluşumu

Hücre döngüsünün kontrolünü bozan birçok etken vardır. DNA hasarının onarılmaması bunlardan birisidir. Kontrol noktasındaki genlerin işleyişi sayesinde DNA eşlenmesi sırasında oluşabilecek hatalar belirlenir ve onarılır. Hücre döngüsünü düzenleyen genlerde meydana gelen mutasyonlarla hücre döngüsünün kontrolü bozulabilir. Mutasyonlar kendiliğinden oluşabildiği gibi virüsler, bazı kimyasal maddeler, radyasyon ve X ışınları nedeniyle de oluşabilir.

Tümörler; aynı dokuda kalıp yayılmıyorsa **iyi huylu tümör**, geliştiği dokuda kalmayıp vücudun diğer bölgelerine yayılıyorsa **kötü huylu tümör** olarak adlandırılır. Oluşan tümör hücrelerinin bulundukları yerden ayrılarak kan ve lenf yoluyla vücudun diğer kısımlarına yayılmasına **metastaz** denir. Metastaz yapan tümor hücrelerine **kanser** adı verilir. Kanserli hücrelerde normal hücrelere göre yapı ve fonksiyon değişiklikleri görüldüğü gibi çekirdekler normalden daha büyüktür. Kanser hücreleri anormal olarak bölünür. Kromozomlarda sayıca farklılıklar ve yapısal bozulmalar meydana gelir. DNA ile RNA arasında oran bozulur. Tablo 1.1'de normal hücreler ile kanser hücrelerinin karşılaştırması verilmiştir.

Tablo 1.1: Normal Hücreler ile Kanser Hücrelerinin Karşılaştırılması

Normal Hücreler	Normal Hücreler ile Kanserli Hücrelerin Farkları	Kanserli Hücreler
	Kanserli hücrenin normal hücreye göre daha büyük ve farklı şekillerde hücre çekirdeği bulunur.	
	Kanserli dokuda normal dokunun aksine çok sayıda bölünen hücre ve düzensiz hücre dizilimleri mevcuttur.	
	Kanserli hücrenin boyutunda farklılıklar görülür. Hücre içindeki organellerin şekilleri düzensizdir.	
	Kanserli hücrelerin sayısı artmış ve şekilleri bozulmuştur.	

Kanserli hücreler anormal beslenir. Bu nedenle bulundukları dokunun işlevlerini bozar. Dokulardaki bu fonksiyon bozukluğu; bağlı olduğu organların ve sistemin görev yapamamasına, canlının yaşamının sonlanmasına neden olabilir. Kanser tedavisinde **kemoterapi** ve **radyoterapi** yöntemleri kullanılır.

Kemoterapide kimyasal ilaçlar, radyoterapide ise radyoaktif ışınlar kullanılır. Bu yollarla kanserli hücrelerin yok edilmesi ve etrafındaki sağlıklı dokulara zarar vermesinin önüne geçilmesi hedeflenir. Kanser tedavisi uzun süren, pahalı ve zor bir süreci kapsar. Bu dönemde aile birliğine önem verilmeli ve aile bireyleri dayanışma içinde olmalıdır. Hastanın moralini yüksek tutmak, tedavi sürecini olumlu etkilediğinden hastaya karşı anlayışlı ve şefkatli davranmak çok önemlidir.

ARAŞTIRMA

Türk bilim insanları her alanda başarılı çalışmalara imza atmaktadırlar. Siz de Türk bilim insanlarının kanser için geliştirdikleri aşı, teşhis ve yeni tedavi yöntemlerinden birini araştırınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

Karekod 1.4: Kanser konulu video

OKUMA PARÇASI

SEVGİNİN GÜCÜ

Meslek hayatım boyunca birçok öğrenciyi tanıma fırsatım oldu. Öğrencilerim arasında bende en çok iz bırakanlardan birisi de Bora oldu. Bora ile yollarımız 2012 yılında Çanakkale İstiklal İlkokulunda kesişti. Bora 9 yaşındaydı ve kanser tedavisi görüyordu. Bu zorlu mücadelede ben de onun yanında olmak istedim. Onun öğretmeni, annesi ve elimden geldiği kadarıyla arkadaşı olmaya çalıştım. Bora, geçirdiği zorlu operasyonlar ve ağır tedaviye rağmen yaşama sevincini hiç kaybetmedi. Azmiyle de herkese örnek oldu. Tedavi sürecinde dahi derslerinden geri kalmamak için tüm gayretiyle evde ders çalışmaya devam etti. Bora ile evde ders çalışırken aynı zamanda sohbet ederek dertleşiyorduk.

Rahatsızlığı nedeniyle okulundan ayrı kaldığı zamanlarda kendini yalnız hissetmemesi için arkadaşları ile iletişim kurmasını sağlayarak yalnızlığına ortak olmaya çalıştım. Telefonla sürekli görüşerek yanında olduğumu bilmesini istedim. Doktorunun izin verdiği zamanlarda ise mikrobik rahatsızlığı olmayan arkadaşları ile yüz yüze görüşmesini sağladık. Dönem sonunda karnesini almaya geldiğinde ona minik bir sürprizimiz oldu. Arkadaşları ile geçirdiği güzel anılardan bir video oluşturduk. Bora'nın hep yanımızda ve bizimle olduğunu bilmesini istedik. Kendisi de videoyu izlediğinde bunu hissetti ve çok mutlu oldu. İnanın sizlere o anki duyguyu tarif etmem mümkün değildir.

Bora önce akciğerinden ameliyat olmuş daha sonra da melanom kanseri nedeniyle ayağından operasyon geçirmişti. Bu zorlu süreçte Bora çok azimliydi, yılmadı ve hayattan kopmadı. Biz de okul yönetimi, öğretmenler, veliler ve öğrenci arkadaşları hep birlikte kendisini evinde ziyaret ettik. Ailesi de Bora da bu ziyaretimizden son derece memnun kaldı.

O dönemde bu yoğun duygular çok ses getirmiş olacak ki yerel ve ulusal basında haber oldu. Annesi Elvan TEZEL, basın yoluyla herkese "Bu ülkenin Nermin ERTÜRK gibi öğretmenlere ihtiyacı var. Onun sayesinde Bora ne derslerinden ne de arkadaşlarından ayrı kaldı. Geçirdiği zorlu dönemi bu sayede atlattık." diyerek duygu ve düşüncelerini belirtti. 24 Kasım 2016 öğretmenler günü için Ankara'daki törenlere davet edildim. Bu davet benim için büyük bir onurdu.

Bora'nın şu anki sağlık durumunun daha iyi olması mutluluğumu bir kat daha artırıyor. Bir anne ve öğretmen olarak bu zorlu mücadelede Bora'ya ve ailesine bir nebze destek olabildiysem ne mutlu bana!

Nermin ERTÜRK

1.1.3. EŞEYSİZ ÜREME

Ana canlının döllenme olmaksızın yeni bireyler oluşturmasına **eşeysiz üreme** denir. Eşeysiz üremeyle oluşan yeni canlılar, birbiriyle ve ana canlıyla aynı genetik özelliklere sahiptir. Mutasyon gerçekleşmediği sürece kalıtsal çeşitlilik sağlanmaz. Eşeysiz üreme canlıların uygun ortamlara dağılıp hızla çoğalmasını sağlar. Çevre koşulları değişmediği sürece çevreye uyum sağlamış bireyler oluşur. Genellikle eşeysiz üremede kalıtsal çeşitlilik olmadığı için değişen ortam şartlarına uyum güçleşir.

Eşeysiz üremenin temeli mitoza dayanır. Tek bir ata canlının olması yeterlidir. Çoğalma hızı yüksektir. Kısa sürede çok sayıda yavru bireyler oluşur. Eşeysiz üreme tek hücrelilerin, bitkilerin, mantarların ve hayvanların bazılarında görülür.

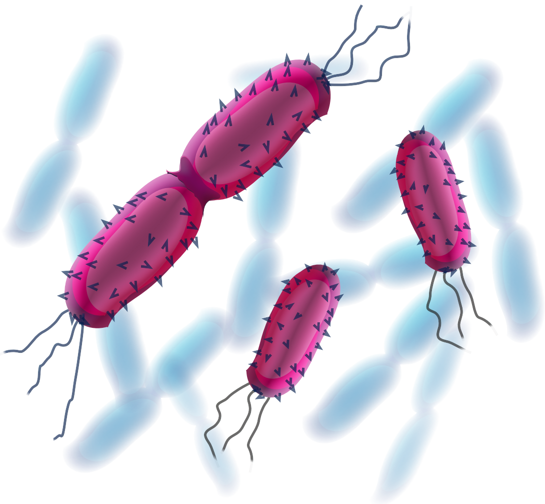
Eşeysiz üreme çeşitleri

- ✓ Bölünerek üreme
- ✓ Tomurcuklanma
- ✓ Sporla üreme
- ✓ Rejenerasyon
- ✓ Partenogenez
- ✓ Bitkilerde vejetatif üreme

Bölünerek Üreme

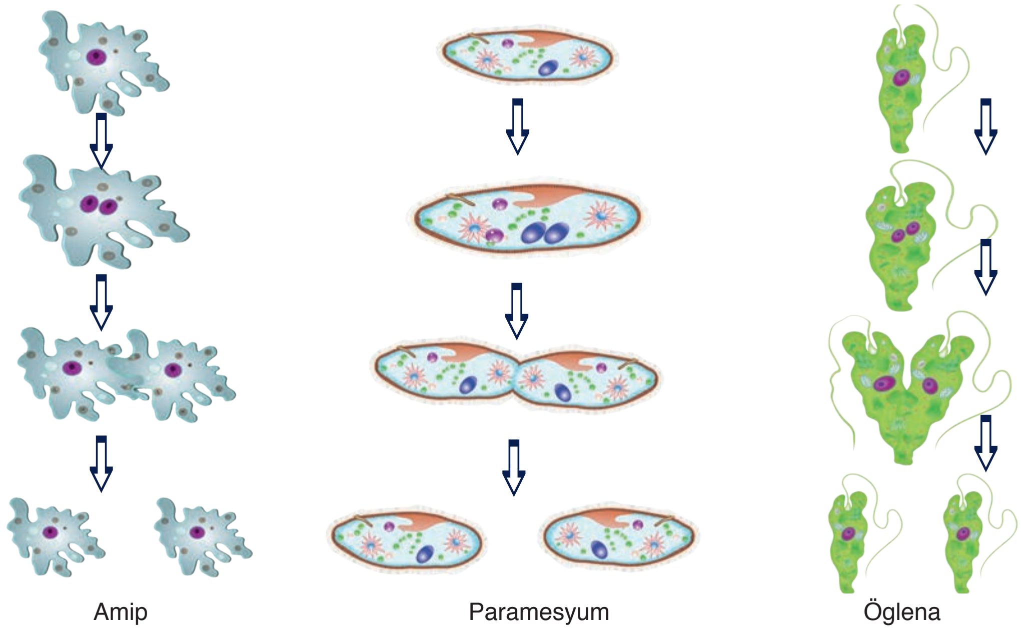
Bölünerek üreme, prokaryot canlılarda ve ökaryotik tek hücrelilerde görülür. Bölünerek üreme en hızlı üreme tipidir. Birey sayısı geometrik dizi şeklinde (2,4,8,16,32...) artar. Prokaryotlarda bölünerek üreme, mitoz esasına dayanmaz. Çünkü mitoz kelime anlamı olarak çekirdek bölünmesi demektir. Ata canlı, ikiye bölünerek ürer. Ökaryot tek hücrelilerde, bölünerek üreme mitoz esasına dayanır. Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi gerçekleşerek iki yeni hücre oluşur.

Bakterilerde önce DNA kendini eşler ve eşlenme tamamlandıktan sonra DNA'lar birbirinden ayrılır. Hücre zarı içeriye doğru çöker. Sitoplazma ikiye bölünür. Arada hücre duvarı oluşarak bölünmeyle iki yeni bakteri meydana gelir (Görsel 1.15). Uygun koşullarda bazı bakteriler yirmi dakikada bir bölünerek çoğalır.



Görsel 1.15: Bakterilerde ikiye bölünmeyle üreme

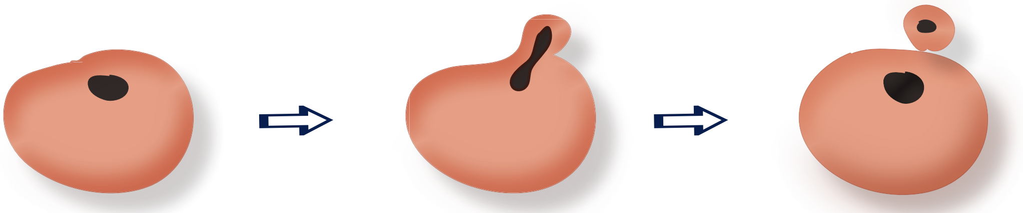
Ökaryotik tek hücreliler farklı yönlerde bölünebilir. Paramesyumda enine, öglenada boyuna, amipte ise her yönde ikiye bölünmeyle üreme gerçekleşir (Görsel 1.16).



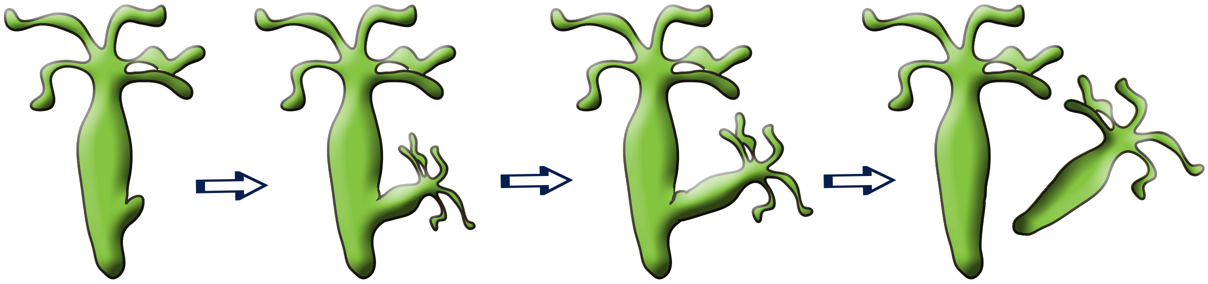
Görsel 1.16: Amip, paramesyum ve öglenada ikiye bölünme

Tomurcuklanma

Tomurcuklanmayla üreme tek hücreli bir mantar çeşidi olan bira mayasında (Görsel 1.17) ve hayvanlardan hidra (Görsel 1.18), mercan gibi canlılarda görülür. **Tomurcuklanma**, ana bireyin vücudunda mitozla oluşan çıkıntının (tomurcuk) gelişmesiyle yeni bir bireyin oluşmasıdır.



Görsel 1.17: Bira mayasında tomurcuklanma



Görsel 1.18: Hidrada tomurcuklanma

Tomurcuklanma sonucu oluşan yeni bireyler ana bireye bağlı kalarak yaşamını sürdürürse koloni oluşur. Çok hücrelilerde tomurcuklanma sürecinde mitoz ve hücre farklılaşması görülür.

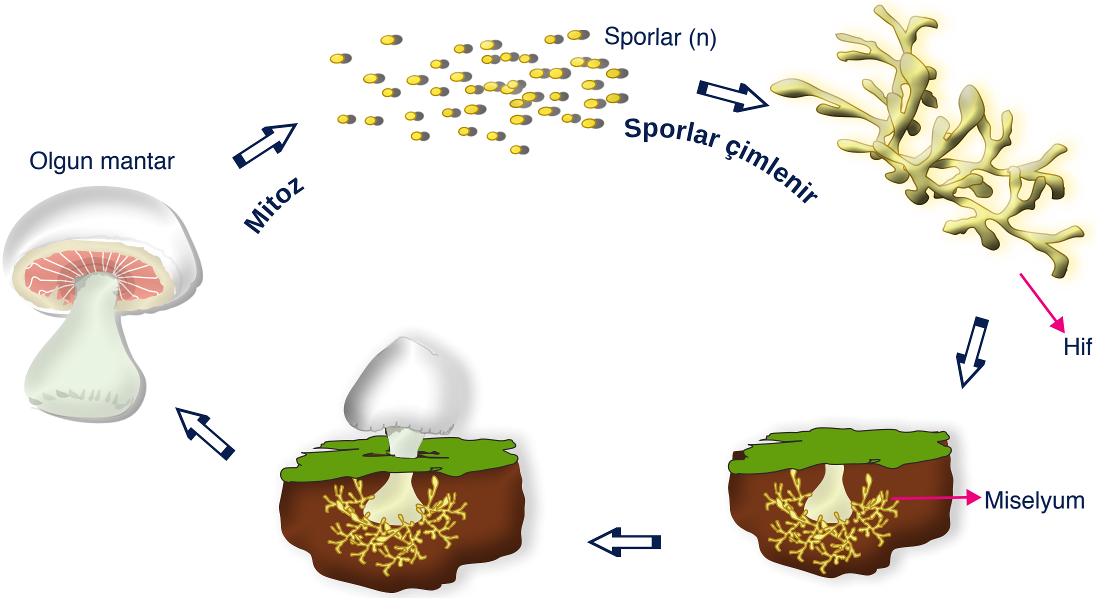
Sporla Üreme

Sporla üreme; tek hücrelilerden plazmodyumda, bazı mantarlarda, kara yosunu (Görsel 1.19) ve eğrelti otu (Görsel 1.20) gibi bazı tohumsuz bitkilerde görülür. Kalın bir örtüyle çevrili, olumsuz koşullara dayanıklı, özelleşmiş üreme hücrelerine **spor** adı verilir. Sporlar ana canlıdan mitoz ya da mayozla oluşabilir. Sporların uygun şartlarda gelişip yeni canlılar oluşturmasına **sporla üreme** denir. Sporlar **n** kromozomludur ve uygun koşullarda mitozla yeni bireyler oluşturur. Sporlarla döllenme gerçekleşmez.

Görsel 1.19: Kara yosunu

Görsel 1.20: Eğrelti otu

Bazı mantarların spor keselerinde mitozla çok sayıda n kromozomlu spor oluşur. Sporların kamçısı olmadığından su ve rüzgâr gibi etkenlerle pasif olarak taşınır. Bu sporlar, koşulların uygun olduğu nemli ortamlarda gelişerek yeni mantarları oluşturur. Böylece mantarların eşeysiz üremeleri gerçekleşmiş olur (Görsel 1.21).

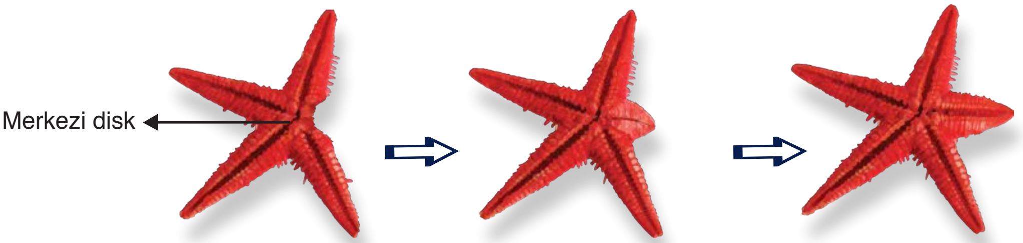


Görsel 1.21: Mantarlarda sporla üreme

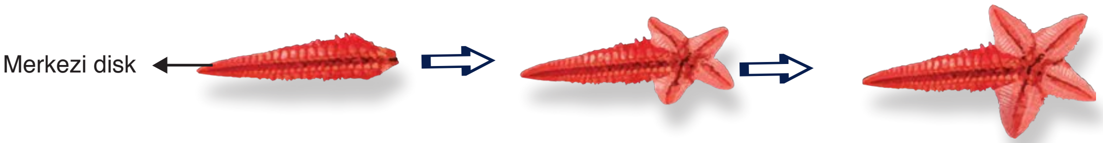
Rejenerasyonla Üreme

Birçok canlı, değişik nedenlerle zarar gören ya da kopan vücut parçalarını yenileme özelliğine sahiptir. Bu özelliğe **rejenerasyon** denir. Bazı canlılar kopan vücut parçalarının eksik kısımlarını tamamlayarak yeni canlılara dönüşür. Bu şekilde gerçekleşen eşeysiz üreme çeşidine **rejenerasyonla üreme** adı verilir.

Rejenerasyon; bazı canlılarda doku düzeyinde bazı canlılarda organ düzeyinde, bazı canlılarda ise vücut düzeyinde gerçekleşir. Doku ve organ düzeyli rejenerasyonlar üreme değildir. Kuşlar ve memelilerde rejenerasyon çoğunlukla doku düzeyinde; yengeç, semender ve kertenkele gibi bazı hayvanlarda organ düzeyinde gerçekleşir. Denizyıldızında kopan kol, merkezî diskten pay almamışsa rejenerasyon organ düzeyindedir (Görsel 1.22). Vücut düzeyinde rejenerasyonda da kopan kol, merkezî diskten pay almışsa yeni bir birey meydana gelir (Görsel 1.23).

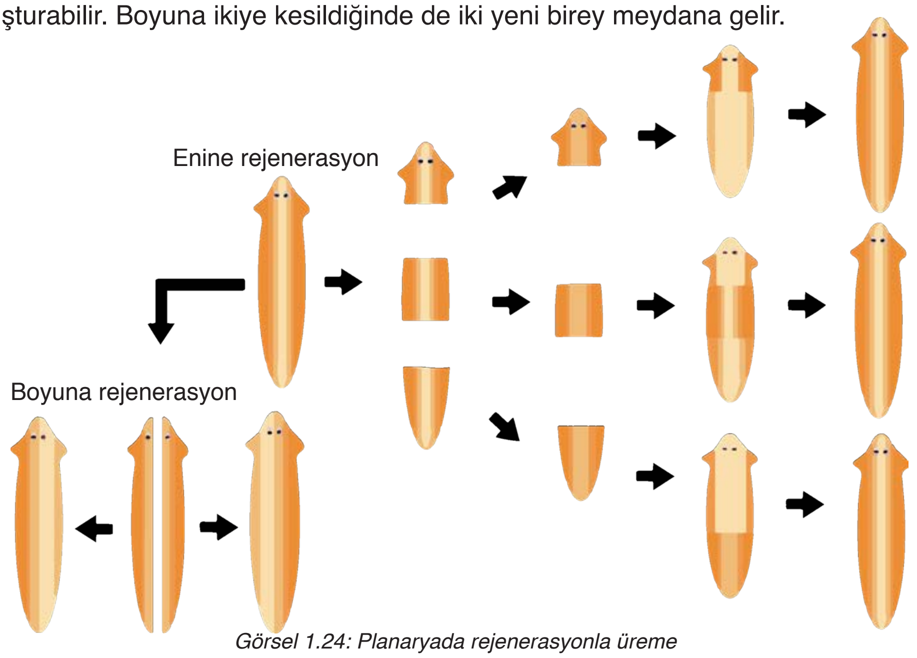


Görsel 1.22: Denizyıldızında rejenerasyon ile kopan kolun yenilenmesi



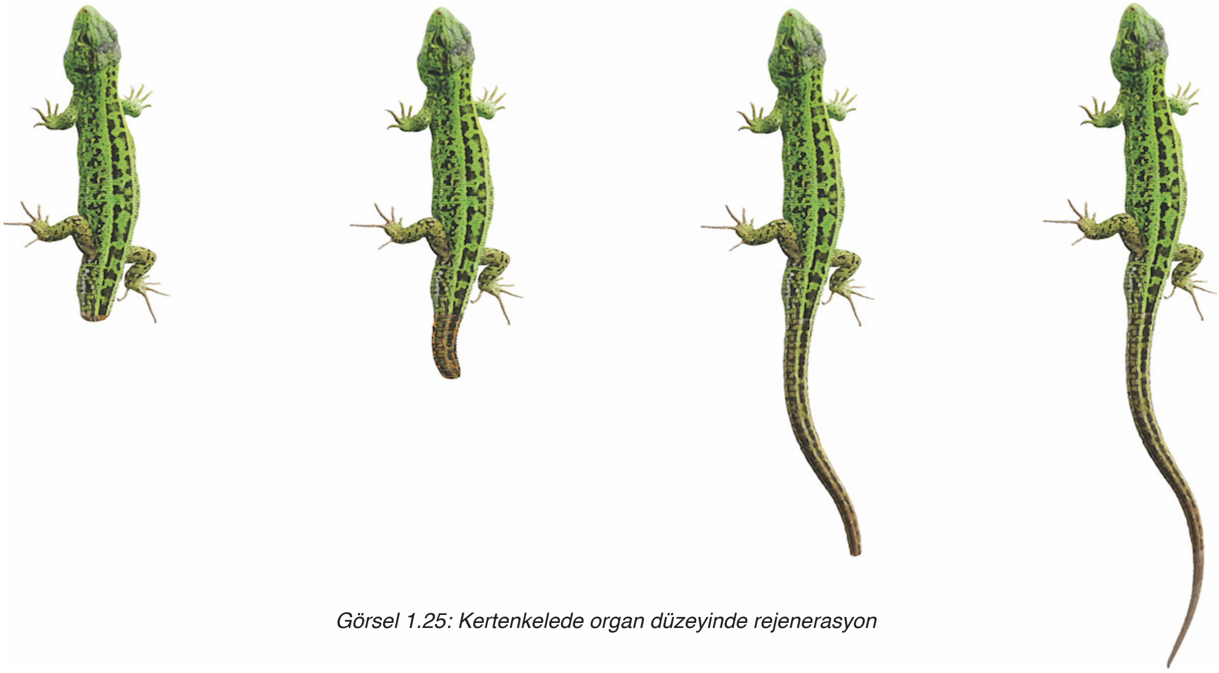
Görsel 1.23: Denizyıldızında rejenerasyon ile kopan koldan yeni bir denizyıldızının oluşması

Planaryada rejenerasyon vücut düzeyinde olup üremeyi sağlar (Görsel 1.24). Oldukça yüksek rejenerasyon yeteneğine sahiptir. Planaryanın orta kısmından alınan yeterli büyüklükteki parça, yeni bir baş ve kuyruk oluşturabilir. Boyuna ikiye kesildiğinde de iki yeni birey meydana gelir.



Görsel 1.24: Planaryada rejenerasyonla üreme

Rejenerasyonda mitoz, büyüme, gelişme, yeni doku ve organların oluşumu sırasında farklılaşma gerçekleşebilir. Canlıların gelişmişlik düzeyi ile rejenerasyon yeteneği ters orantılıdır. Yengeç çenesini, semender bacağını, kertenkele kuyruğunu (Görsel 1.25) yenileyebilir. İnsanda kırılan kemiğin onarılması, yaraların iyileşmesi, bağırsak iç yüzeyinin ve dilin hücrelerinin yenilenmesi doku düzeyindedir. Karaciğer, deri, mide insanda rejenerasyon yeteneği yüksek olan organlara örnek olarak verilebilir.

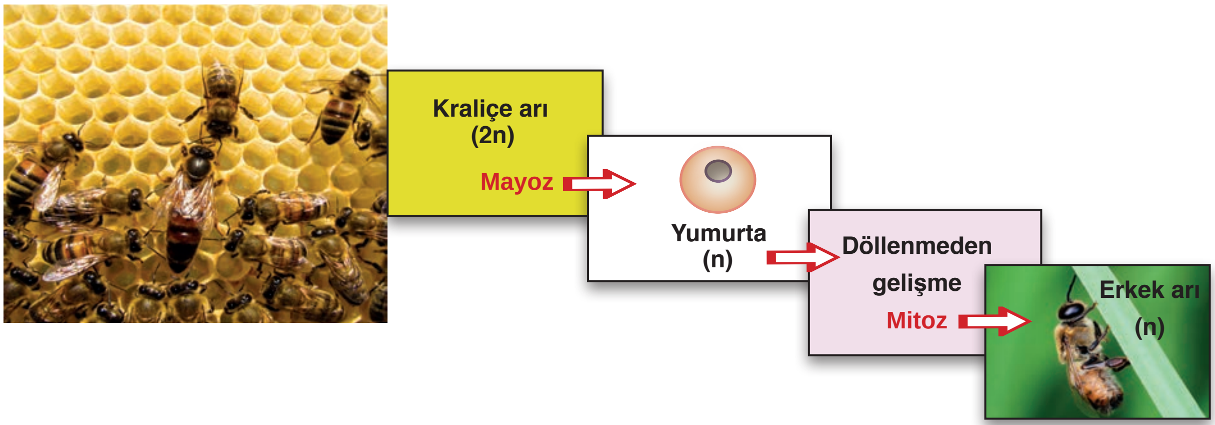


Görsel 1.25: Kertenkelede organ düzeyinde rejenerasyon

Partenogenez

Döllenmemiş yumurta hücresinin mitozla gelişerek yeni birey oluşturmasına **partenogenez** denir. Eşeyli üreyebilen canlılarda da görülebilen partenogenez, güncel bilimsel kaynaklarda eşeysiz bir üreme yöntemi olarak tanımlanır.

Canlılarda iki çeşit partenogenez görülür. Bal arıları, yaban arıları ve birçok karıncada görülen partenogenezde haploit (n kromozomlu) bireyler oluşur. Örneğin bal arılarında kraliçe arının mayozla ürettiği yumurta, döllenmeden mitozla gelişirse erkek birey oluşur (Görsel 1.26). Haploit erkek bireylerin mitozla üreteceği spermler ise eşeyli üremede rol oynar.



Görsel 1.26: Bal arısında partenogenez

Bazı balıklar, çift yaşamlı canlılar ve sürüngenlerde görülen partenogenezde ise diploit (2n kromozomlu) bireyler oluşur. Örneğin kamçı kuyruklu kertenkelelerde erkek birey yoktur sadece dişi bireyler vardır. Dişi bireyin (Görsel 1.27) mayozla ürettiği yumurtanın kromozomları iki katına çıkarak diploit hücre oluşturur. Diploit hücre, mitozla gelişerek yeni bireyi meydana getirir.

Görsel 1.27: Kamçı kuyruklu dişi kertenkele

Bazı türlerin yumurtaları spermle döllenme olmaksızın gelişim başlatılması için laboratuvar ortamında yapay olarak uyarılabilir. Bu duruma **yapay partenogenez** denir. Yapay partenogenezde çoğunlukla embriyo anomali gösterdiği için gelişim gösteremez ve ölür.

Bitkilerde Vejetatif Üreme

Vejetatif üreme, yüksek yapılı bitkilerde görülen eşeysiz üreme şekli olup temeli mitoza ve yenilenmeye dayanır. Bitkilerin kök, gövde, dal ve yaprak gibi kısımlarından yeni bitkilerin oluşmasına **vejetatif üreme** denir. Vejetatif üreme, ana bitkiden ayrılan doku parçasının gelişmesi ile meydana gelir. Vejetatif yolla oluşan canlılar, ana bitki ve birbirleriyle aynı genetik yapıdadır. Kültür muzu ve çekirdeksiz üzüm gibi tohum yapma yeteneğini yitirmiş ya da gül, çilek, kavak, söğüt gibi tohumla çoğaltılabilen ancak genetik özelliklerinin korunması istenen bitkiler bu yolla üretilir.

Bitkilerde sürünücü gövde, yumru gövde ve rizom gövde gibi yapılarda bulunan büyüme dokularının gelişimi ile oluşan fideler yeni canlıları oluşturur. Örneğin ayrık otu ve zencefil gibi bitkilerin toprak altı gövdesindeki (rizom) gözlerden (nodyum) gelişen sürgünler, yeni bitkiler oluşturur. Çilekte ise toprak üstü sürünücü gövde (stolon) köklenerek yeni çilek bitkilerini oluşturur.

Vejetatif üreme, ticari olarak tarımsal üretimde büyük avantajlar sağlar. Bu yöntemle daha kısa sürede ve çevreye uyumlu, istenilen özellikte, bol ve kaliteli ürün veren bitkiler üretilir.

Bitkilerde Uygulanan Vejetatif Üreme Şekilleri

- ✓ Yumruyla üreme
- ✓ Soğanla üreme
- ✓ Rizomla üreme
- ✓ Sürünücü gövdeyle üreme
- ✓ Daldırma yöntemiyle üreme
- ✓ Çelikle üreme
- ✓ Aşılamayla üreme
- ✓ Doku kültürüyle üreme

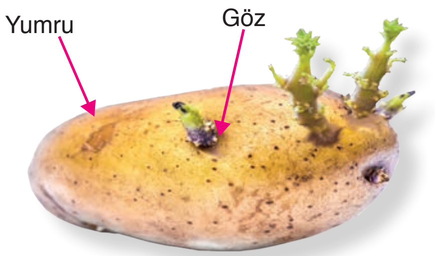
Karekod 1.5: Vejetatif üremeyle ilgili video

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

Yumruyla Üreme

Bazı bitkilerin toprak altında bulunan ve besin depolayan şişkin gövdelerine **yumru** denir. (Görsel1.28). Yumrularda birden fazla **göz** adı verilen kısım vardır (Görsel 1.29). Her bir gözde oluşan sürgünlerden de yeni bir bitki gelişir. Böylece vejetatif üreme gerçekleşir. Patates ve yer elması gibi bitkilerin yumru gövdeleri üzerindeki gözlerden gelişen sürgünlerin ana bitkiden ayırılmasıyla yeni bitkileri oluştur. Ana bitkiden ayrılarak üremeye **ayırma yöntemi** denir.

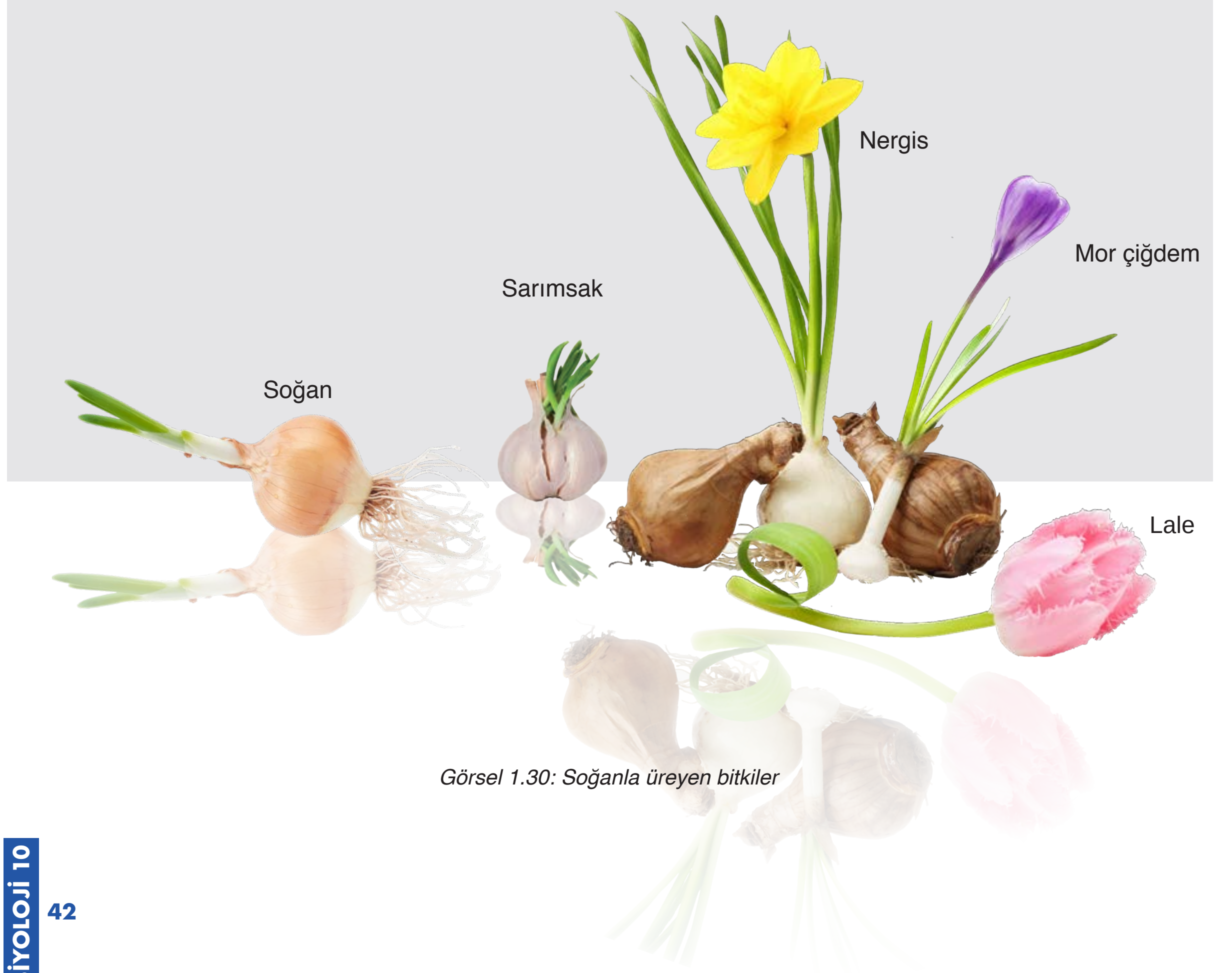
Görsel 1.28: Yer elmasında yumru gövdeler



Görsel 1.29: Patateste gözlerden gelişen sürgünler

Soğanla Üreme

Soğanlar toprak altı yassı gövde olarak tanımlanır. Bitki, toprak altında yeni soğanlar üretir. Bu soğanlar birbirlerinden ayrı ayrı köklenerek bitkinin toprak üstü kısımlarını üretirler. Böylece vejetatif üreme gerçekleşir. Soğan, sarımsak ve lale gibi bitkiler soğanla üreyebilirler (Görsel 1.30). Soğanla üreyen bitkilerin bir kısmı tohum oluşturarak eşeyli üremeyle de çoğalabilir.

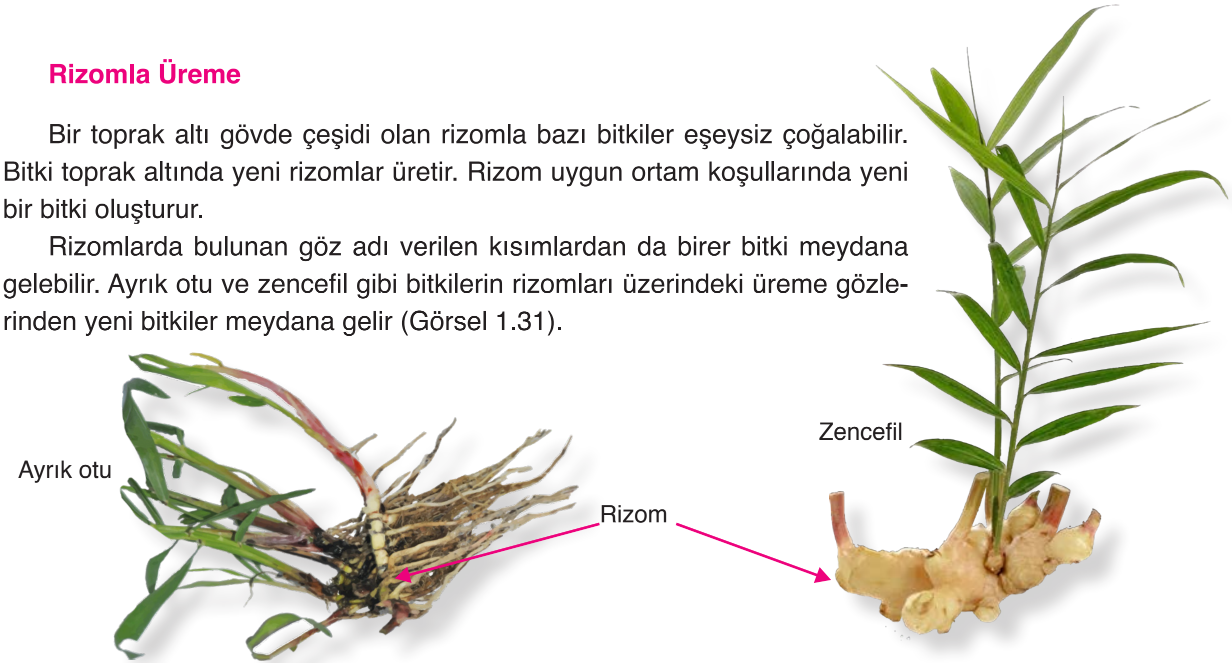


Görsel 1.30: Soğanla üreyen bitkiler

Rizomla Üreme

Bir toprak altı gövde çeşidi olan rizomla bazı bitkiler eşeysiz çoğalabilir. Bitki toprak altında yeni rizomlar üretir. Rizom uygun ortam koşullarında yeni bir bitki oluşturur.

Rizomlarda bulunan göz adı verilen kısımlardan da birer bitki meydana gelebilir. Ayrık otu ve zencefil gibi bitkilerin rizomları üzerindeki üreme gözlerinden yeni bitkiler meydana gelir (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: Rizomla üreyen bitkiler

Sürünücü Gövdeyle Üreme

Çilek gibi bitkilerde **stolon** denilen sürünücü gövdeler, toprak üstünde bitkinin geniş alana yayılmasını sağlar (Görsel 1.32). Yayılan sürünücü gövdeler, toprakla temas ederek yeni kökler oluşturur. Sürünücü gövde üzerindeki üreme gözlerinden kalıtsal olarak aynı yavru bitkiler meydana gelir.

Görsel 1.32: Çilekte sürünücü gövde

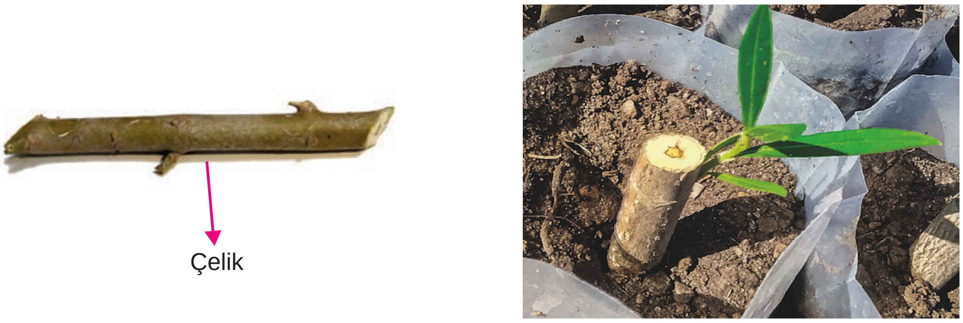
Görsel 1.33: Asmada daldırma yöntemi ile üreme

Daldırma Yöntemiyle Üreme

Daldırma yöntemiyle üreme, kök gelişimi uzun süren bitkilerde uygulanır. Bitkinin toprağa yakın kısmından çıkan dalı bitkiden ayrılmadan bükülerek ucu dışarıda, hava ve ışık alacak şekilde toprağa gömülür. Gömülen dal, köklendiği zaman ana bitkiden ayrılarak yeni bir bitki elde edilir (Görsel 1.33). Portakal, mandalina, böğürtlen, asma ve fındık gibi bitki türleri bu yöntemle çoğaltılabilir.

Çelikle Üreme

Bitkilerin kök, gövde ve yaprak gibi kısımlarından alınan bitki parçalarına **çelik** adı verilir. Çeliklerin başka uygun bir yerde köklendirilerek yeni bir bitkinin elde edilmesine **çelikle üreme** denir (Görsel 1.34). Çelikle üremede birim alanda çok sayıda ve kısa sürede yeni bitkiler elde edilir. Afrika menekşesi, begonya, söğüt, kavak, elma, ayva, erik, asma ve zakkum gibi bitkiler çelikle üreyen bitkilere örnek verilebilir.

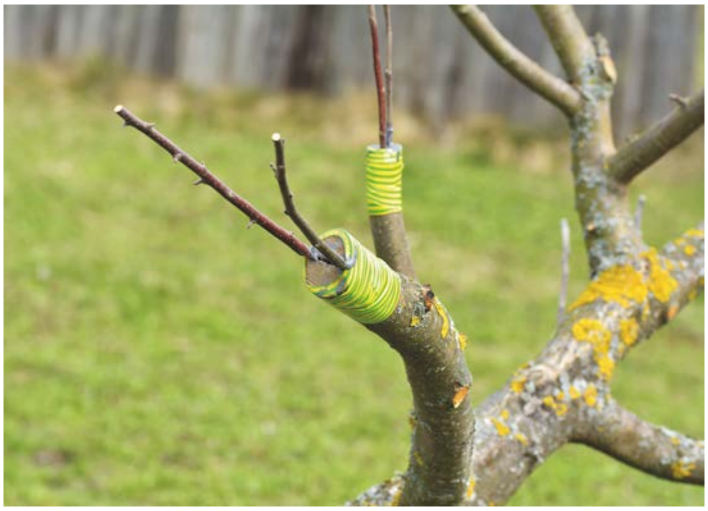


Görsel 1.34: Zakkum bitkisinde çelikle üreme

Aşılama İle Üreme

Çelikle üremenin farklı bir şeklidir. Bir bitkiden alınan sürgünün (aşı) başka bir bitkinin gövdesine (anaç) eklenmesi tekniğidir. Aşılama yakın türler ya da aynı türe ait bireyler arasında yapılır. Bu sayede üstün veya istenilen özelliklerin bir bitkide birleştirilmesi sağlanır (Görsel 1.35).

Örneğin kaliteli üzüm üretiminde meyve kalitesi yüksek aşılar, topraktaki hastalıklara dayanıklı anaç bitkiye uygulanır. Meyve kalitesini belirleyen unsur aşının genleridir. Kolay yöntemlerle çoğaltılamayan türlerin yok olmasını önlemek amacıyla da aşılama uygulanır.



Görsel 1.35: Elma ağacında aşılama yöntemi

Karekod 1.6: Aşılamayla ilgili video

Doku Kültürü Tekniği

Doku kültüründe bir bitkinin hücre, doku veya organ gibi kısımları kullanılır. Steril şartlarda ve uygun yapay besin ortamında yeni doku, bitki ya da bitkisel ürünler elde edilir.

Doku kültürü yönteminin basamakları:

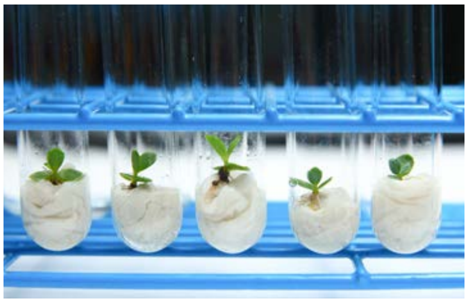
- ✓ Kök, gövde, dal, yaprak uçlarından ya da tohum kabuğundan alınan küçük doku parçaları steril besi ortamına konur.
- ✓ Besi ortamındaki hücreler bölünüp çoğalarak **kallus** (düzensiz doku kümesi) oluşturur (Görsel 1.36).
- ✓ Kallus, büyüme hormonu içeren ortama alınır (Görsel 1.37). Patates kallusu gibi bazı bitki kallusları bu aşamada hormona gerek duymaz.
- ✓ Kallustan farklılaşan hücreler, kök ve gövdeye sahip yeni bitkiler oluşturur (Görsel 1.38). Bazı bitkilerde farklılaşan kallus hücrelerinden embriyo oluşturulabilir.

Doku kültürü tekniğiyle istenilen özelliklere sahip bitkilerin çok fazla kopyası oluşturulabilir. Mısır, buğday, pirinç ve soya fasulyesi gibi bitkilerin ıslahı ve ticari üretiminde bu yöntemden yararlanılır. Ayrıca ticari bahçecilik, seracılık ve çevre düzenlemelerinde melez orkide, gül, zambak ve manolya gibi süs bitkilerinin hızlı çoğaltılmasında bu yöntem kullanılır.

Doku kültürü tekniği; üretimi zor olan türlerin çoğaltılması, soyu tükenmekte olan türlerin korunması ve ticari değeri olan bitkilerin çok sayıda elde edilmesi gibi amaçlarla kullanılır (Görsel 1. 39).

Görsel 1.36: Kallus üretimi

Görsel 1.37: Büyüme hormonu içeren ortamdaki kalluslar



Görsel 1.38: Fidelerden üretilen yeni bitkiler

Görsel 1.39: Doku kültürü ile üretilen bitki

ARAŞTIRMA

1. Aşılama yoluyla üretimde genetik farklılık nasıl oluşur?
2. Isparta gülü ile ilgili üretim çalışmaları yapan bir kişi istediği özelliklere sahip yeni bir bitki elde etmiştir. Bu bitkinin ticari üretiminin sağlanabilmesi için eşeysiz üremenin hangi çeşidinden yararlanılmalıdır?

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Aşağıda numaralar ile verilen kavramları, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleşmeyen kavramı belirleyerek tanımını yazınız.

a) Hücre döngüsünün en uzun evresi

b) Kardeş kromatitleri bir arada tutan bölge

c) İğ ipliklerinin kromozomlardaki protein yapılı tutunma noktaları

ç) Bir kromozomun iki parçasından her biri

Eşleşmeyen kavram: ....
Tanım: ....
....

1. Karyotip
2. Kinetokor
3. Kromatit
4. İnterfaz
5. Sentromer

2. Tabloda verilen olayları mitotik evrelerle eşleştiriniz.
(Bir sorunun birden fazla cevabı olabileceği gibi aynı cevap farklı sorularda da kullanılabilir.)

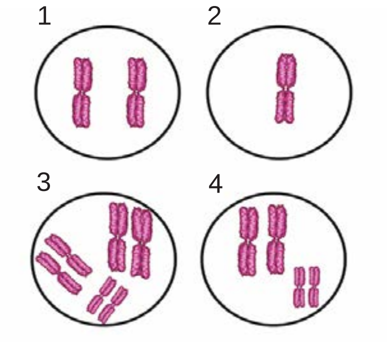
a) DNA eşlenmesi	b) Kromozomların en iyi görüldüğü evre	c) Metabolik olayların hızlanması
ç) Kromozomların ekvatoral düzlemde dizilmesi	d) İğ ipliklerinin oluşması	e) Çekirdek zarı oluşumu
f) Sitoplazmanın boğumlanarak bölünmesi	g) Orta lamel oluşumu	ğ) Çekirdek zarının ve çekirdekçiğin kaybolması
h) Eşlenmiş sentrozomların birbirinden uzaklaşması	ı) Kardeş kromatitlerin ayrılması	i) Karyotipin en iyi çıkarılabildiği evre

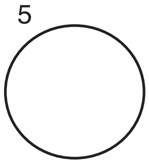
1. Sitokinez.......................
2. Metafaz........................
3. İnterfaz.........................
4. Anafaz..........................
5. Profaz...........................
6. Telofaz..........................
7. Tabloda verilen olayların hangileri bitki hücrelerinde gerçekleşmez?.....................
8. Tabloda verilen olayların hangileri hayvan hücrelerinde gerçekleşmez?.................
9. Tabloda verilen olayları bitki ve hayvan hücrelerinde gerçekleşme durumuna göre sıralayınız.
   ....

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

3. Aşağıda verilen hücre şekilleri ile kromozom sayılarını eşleştiriniz. Açıkta kalan kromozom sayısını gösteren hücre şekli çiziniz.

Hücre şekilleri





Kromozom sayıları

……………… a. 2n=4

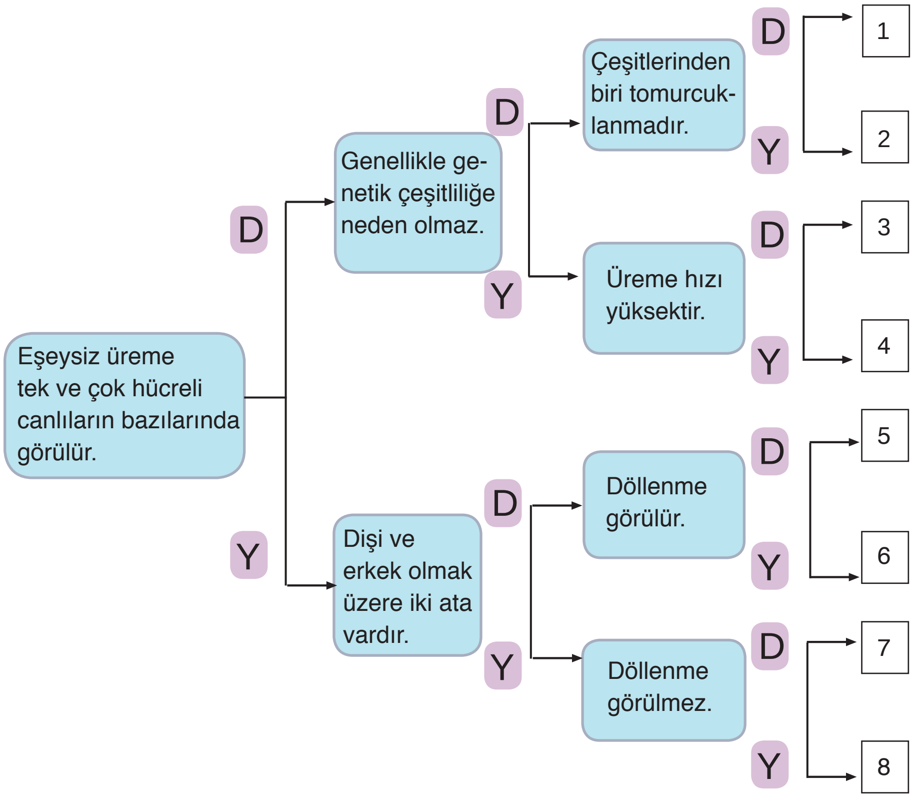
……………… b. 2n=6

………………c. n=1

………………ç. 2n=2

…………………d. n=4

4. Aşağıdaki eşeysiz üreme ile ilgili tanılayıcı dallanmış ağaç üzerindeki soruları soldaki ilk kutudan başlayarak doğru (D) ya da yanlış (Y) olarak cevaplayıp doğru çıkışı bulunuz.


Eşeysiz üreme tek ve çok hücreli canlıların bazılarında görülür.
D
Y
Genellikle genetik çeşitliliğe neden olmaz.
D
Y
Çeşitlerinden biri tomurcuklanmadır.
D
Y
1
2
Üreme hızı yüksektir.
D
Y
3
4
Dişi ve erkek olmak üzere iki ata vardır.
D
Y
Döllenme görülür.
D
Y
5
6
Döllenme görülmez.
D
Y
7
8

5. Hücre döngüsünde kontrol edilen üç temel faktörü yazınız.

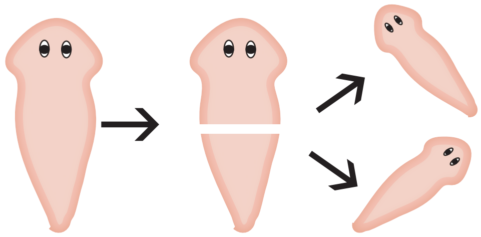
………

………

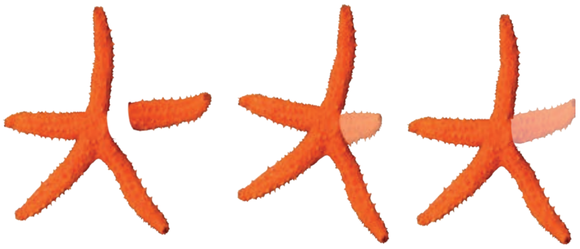
………

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

6. Rejenerasyon gözlenen bazı canlılara ait görseller aşağıda verilmiştir. Görsele göre bu canlılardan hangisinde rejenerasyon aynı zamanda bir üreme biçimidir? Nedenleriyle açıklayınız.



Planaryada rejenerasyon



Denizyıldızında rejenerasyon

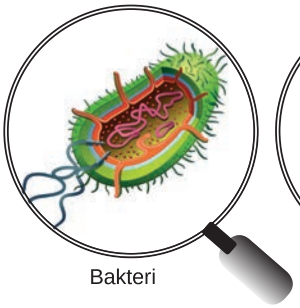
....

....

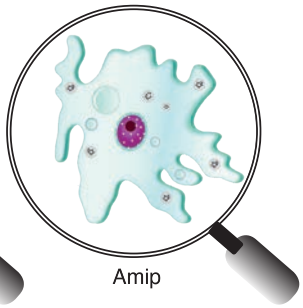
....

....

7. Aşağıdaki canlıların eşeysiz üreme çeşitlerinden hangisiyle oluştuklarını yazınız?



Bakteri



Amip

Çekirdeksiz üzüm

Erkek arı

....

....

....

....

8. Aşağıdaki boşluklara eşeysiz üremeyle ilgili 5 kavram yazınız.

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

9. Bir hücrede hacim / yüzey (r^3 / r^2) oranındaki değişiklik, r değeri t_1 anında 1; t_2 anında 2; t_3 anında ise 4 olarak tespit edilmiştir.

Hacim / yüzey oranındaki değişikliği dikkate alarak bu hücrenin bölünme gerekliliği nasıl ifade edilebilir?

....

....

....

....

....

....

10. Mitozla ilgili

I. Bölünme sonucu oluşan hücreler farklı kalıtsal özelliktedir.
II. Tek hücreli ökaryot canlılarda üremeyi sağlar.
III. Yalnızca (n) kromozomlu hücrelerde gerçekleşir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

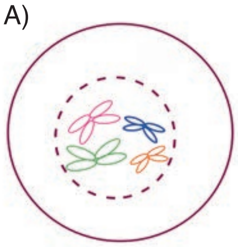
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

11. Aşağıdaki olaylardan hangisi bitki hücresine ait mitoz sırasında gerçekleşmez?

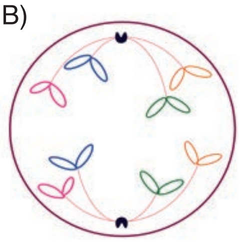
A) Kardeş kromatit ayrılması
B) İğ ipliklerinin oluşması
C) Sentromer ayrılması
D) Sentrozom eşlenmesi
E) Kromozomların metafaz plağında dizilmesi

12. Aşağıda seçeneklerde verilen şekillerden hangisi mitoz geçirmekte olan 2n = 4 kromozomlu bir hücreye ait olamaz?

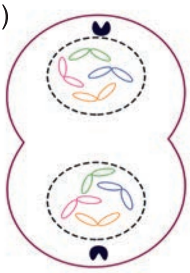
A)



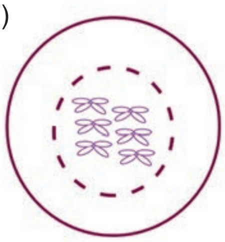
B)



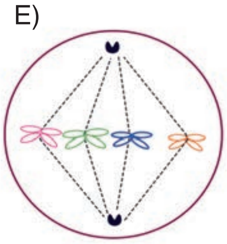
C)



D)



E)



13. Hücre döngüsü sırasında gözlenen

I. DNA'nın eşlenmesi
II. İğ ipliği oluşumu
III. Sitoplazma bölünmesi

olaylarından hangileri hücre bölünmesinin mitoz aşamasında görülür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

2. BÖLÜM

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Diploit
- Döllenme
- Eşeyli üreme
- Haploit
- Krossing Over
- Mayoz
- Sinapsis
- Tetrat

HAZIR MISINIZ?

○ Çevrenizde gördüğünüz elma, zeytin, portakal gibi bitkiler nasıl ürerler?

○ Çevrenizde gördüğünüz kedi, güvercin gibi hayvanlar nasıl ürerler?

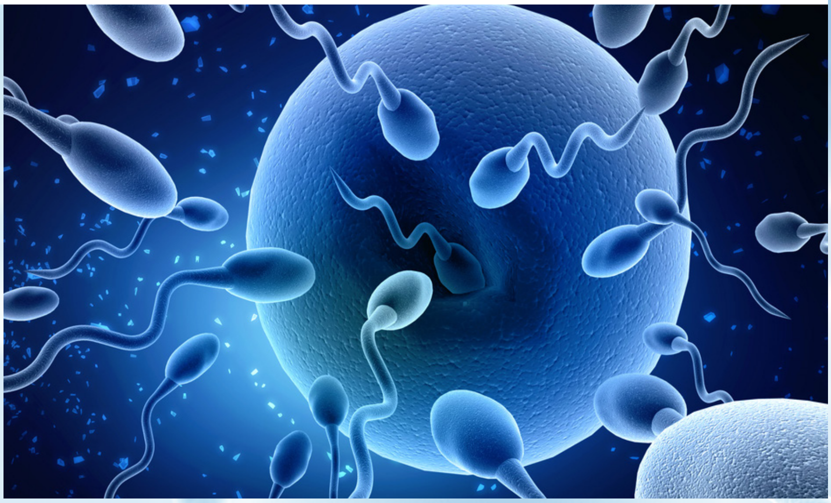
○ Kardeşinizle benzer özelliklere sahip olduğunuz gibi farklı özelliklere de sahip olmanızın nedeni ne olabilir?

○ Eşeyli üremenin canlılara sağladığı avantajlar neler olabilir?

2\.
BÖLÜM

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

> Canlıların bazı hücrelerinde mitoz dışında mayoz da görülebilir. Mayoz ile farklı kalıtsal özelliklere sahip hücreler oluşur. Eşeyli üreme bu hücrelerin varlığında gerçekleşir. Mayoz eşeyli üremenin temelini oluşturur.
>
> Eşeyli üreme canlılar arasında kalıtsal çeşitliliğin oluşmasını sağlar. Eşeyli üreme sonucunda değişen çevresel koşullara uyum yeteneği yüksek canlılar oluşur, bu da neslin devamlılığını sağlar. Bu bölümün sonunda mayozu, mayozun evrelerini ve eşeyli üremeyi örneklerle açıklayabileceksiniz.



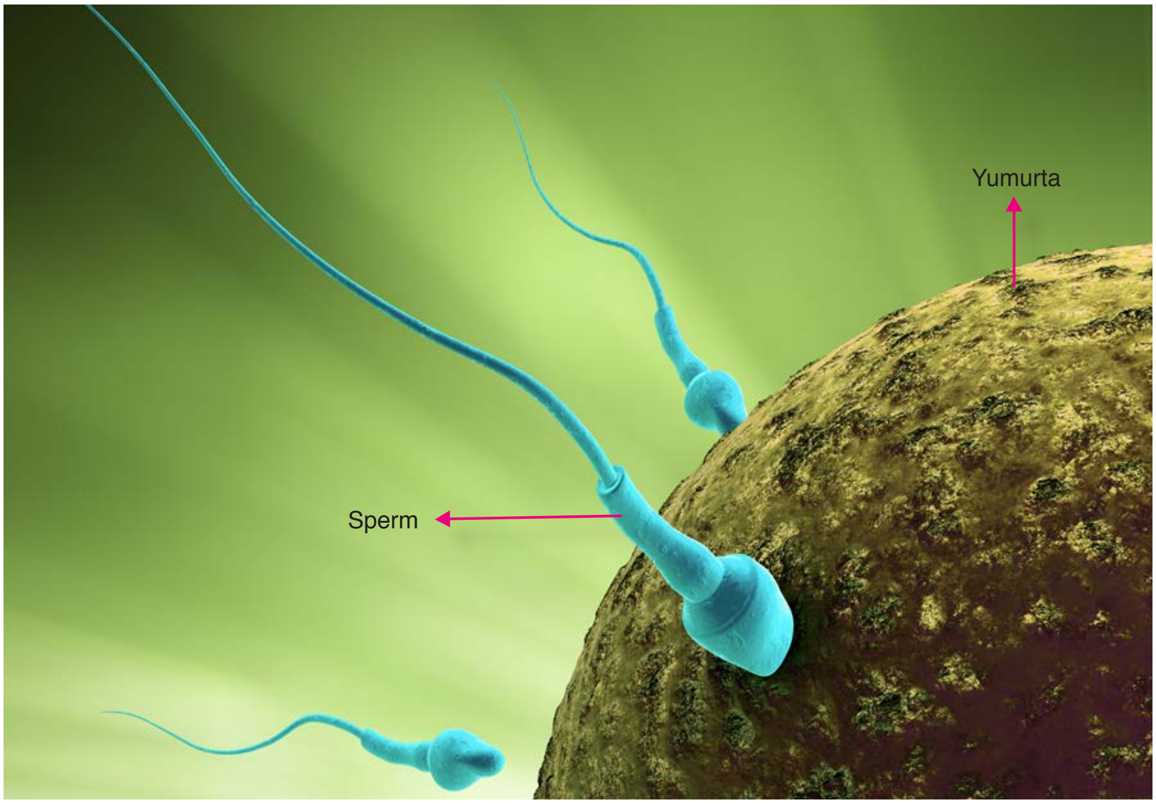
1.2. MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

1.2.1. MAYOZ

Mayoz, canlıların üreme organlarındaki eşey ana hücrelerinde (üreme ana hücreleri) meydana gelir. Mayoz ve döllenme eşeyli üremenin temelini oluşturur. Mayoz ve eşeyli üreme canlı çeşitliliğini sağlayan olaylardır. Her iki olay da aynı türün bireyleri arasında kalıtsal çeşitliliği (varyasyon) sağlar (Görsel 1.40).

Görsel 1.40: Chihuahua (Çivava)'da kalıtsal çeşitlilik

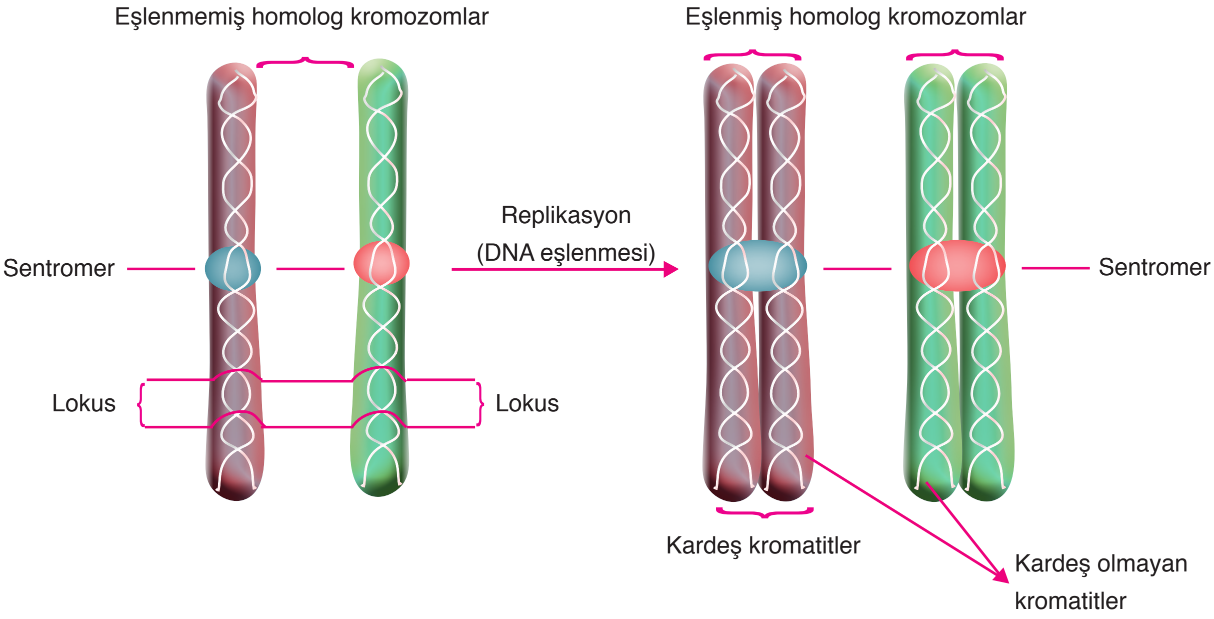
Mayoz sonucu oluşan ve döllenme için farklılaşan hücrelere **gamet** (üreme hücresi) adı verilir. Gametlerin mayozla meydana getirilmesi olayına **gametogenez** denir. Gametogenez sonucunda oluşan dişi gamet, **yumurta**; erkek gamet, **sperm** adını alır (Görsel 1.41). Mayoz sonunda oluşan yavru hücreler, hem ana hücreden hem de birbirinden farklı kalıtsal özelliklere sahiptir.



Görsel 1.41: Yumurta hücresi ve sperm hücreleri

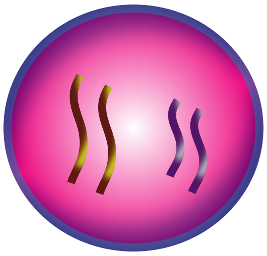
MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

Biri anneden diğeri babadan gelen, şekil ve yapı bakımından birbirine benzeyen kromozomlara **homolog kromozomlar** denir. Homolog kromozomlar üzerinde genlerin bulunduğu özgün bölgelere **lokus** adı verilir. Homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında aynı karaktere ait genler bulunur (Görsel 1.42).


Eşlenmemiş homolog kromozomlar
Eşlenmiş homolog kromozomlar
Replikasyon
(DNA eşlenmesi)
Sentromer
Sentromer
Lokus
Lokus
Kardeş kromatitler
Kardeş olmayan
kromatitler

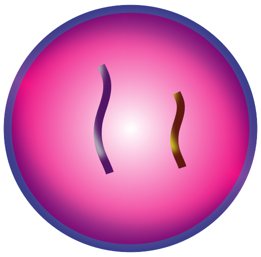
Görsel 1.42: Homolog kromozomlar ve kromatitler

Çoğu canlıda üreme organlarındaki eşey ana hücreleri, homolog kromozomları çiftler hâlinde taşır. Bu hücreler **diploit** hücrelerdir (Görsel 1.43). Diploit hücre **2n** ile gösterilir.



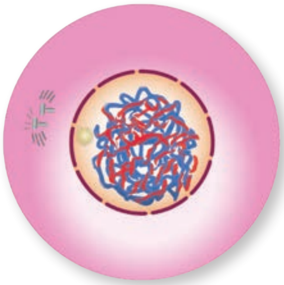
Görsel 1.43: Diploit hücre (2n=4 kromozomlu)

Gametler genellikle mayozla oluştuklarından homolog kromozomlardan sadece birini taşır. Bir takım kromozom taşıyan hücrelere **haploit** hücre denir (Görsel 1.44). Haploit hücre **n** ile gösterilir. Örneğin sağlıklı bir insanın eşey ana hücrelerinin kromozom sayısı 2n = 46'dır. Kromozom sayısı mayoz sonunda yarıya iner. Gametlerin kromozom sayısı n = 23 olur.



Görsel 1.44: Haploit hücre (n=2 kromozomlu)

Eşey ana hücreleri, mayoza başlamadan önce mitozda olduğu gibi bir interfaz geçirir. İnterfazda ATP ve protein sentezi gibi metabolik olaylar hızlanır. DNA kendini eşler ve miktarı iki katına çıkar. Hayvan hücrelerinde sentrozomlar eşlenir (Görsel 1.45).



Görsel 1.45: Hayvan hücresinde interfaz

Mayozun Evreleri

Mayoz, mayoz I ve mayoz II olmak üzere iki hücre bölünmesinden meydana gelir. Mayoz I'de önce çekirdek ardından sitoplazma bölünür.

Mayoz I Evreleri

a) Çekirdek bölünmesi I (Karyokinez I)

- ✓ Profaz I
- ✓ Metafaz I
- ✓ Anafaz I
- ✓ Telofaz I

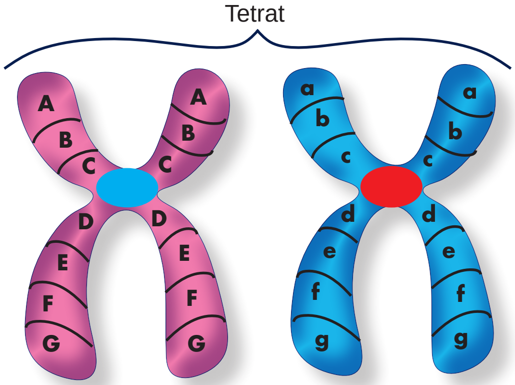
b) Sitoplazma bölünmesi I (Sitokinez I)

a) Çekirdek Bölünmesi I (Karyokinez I)

Profaz I

Eşlenen kromatin iplikler kısalıp kalınlaşır, kromozoma dönüşür, böylece bölünme sırasında kromozomların hareketi kolaylaşır. Bir kromozom, birbirinin kopyası iki kardeş kromatitten oluşur.

Homolog kromozomlar yan yana gelerek dört kromatitten oluşan bir yapı meydana getirir. Bu yapıya **tetrat** adı verilir (Görsel 1.46). Homolog kromozomlar, yan yana gelip fiziksel olarak birbirlerine geçici bağlanırlar. Bu olaya **sinapsis** denir.

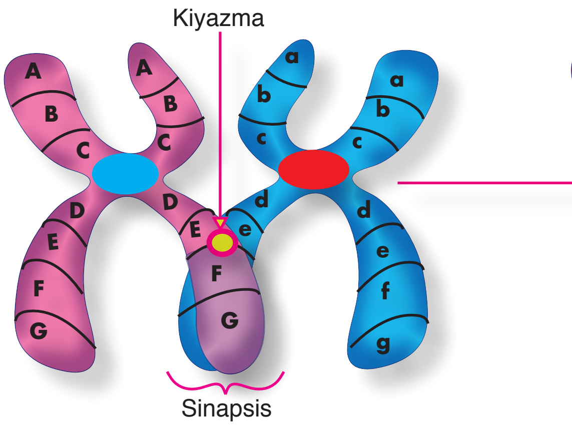


Görsel 1.46 Homolog kromozomlar ve tetrat

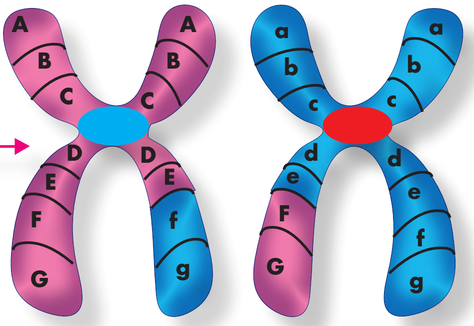
Karekod 1.7: Krossing over ile ilgili video

Sinapsis sırasında homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri, çapraz olarak üst üste gelir. Bu şekilde temas ettikleri bölgelere **kiyazma** denir. Kiyazma, sinapsis yapan homolog kromozomların anafaz I'e kadar bir arada kalmasını sağlar.

Tetratlarda kardeş olmayan kromatitlerin, gen alışverişi yapmalarına **krossing over** (parça değişimi) denir (Görsel 1.47 a). Krossing over, yeni gen kombinasyonlarına neden olduğundan oluşabilecek gamet çeşitliliğini artırır (Görsel 1.47 b). Gamet çeşitliliğindeki bu artış döllenme sonucu oluşabilecek tür içi çeşitliliğini artırır.

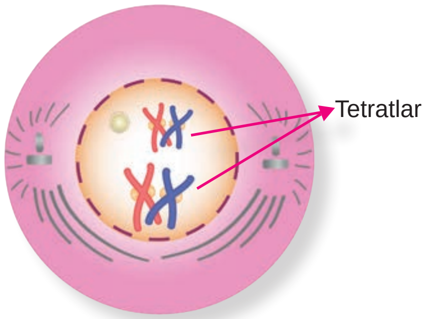


Görsel 1.47 a: Sinapsis ve krossing over



Görsel 1.47 b: Krossing over sonrası

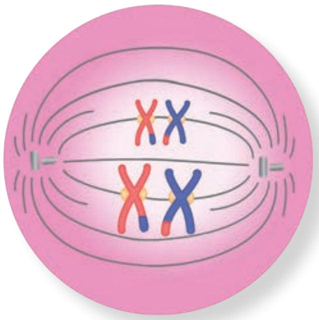
Hayvan hücrelerinde sentrozomlar, karşılıklı olarak hücrenin kutuplarına çekilir ve sentrozomların arasında iğ iplikleri oluşur. Bu evre sonunda çekirdek zarı parçalanır, çekirdekçik ve endoplazmik retikulum kaybolur. Kromozomlar, kinetokorlarından iğ ipliklerine tutunarak ekvatoral düzleme (metafaz plağına) göç etmeye başlar (Görsel 1.48).



Görsel 1.48: Profaz I

Metafaz I

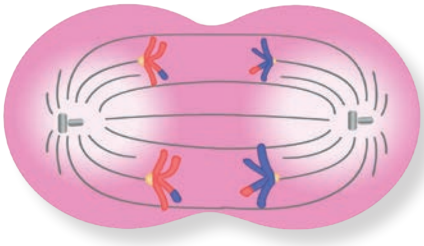
Homolog kromozomlar, karşılıklı gelecek şekilde ekvatoral düzlemde rastgele dizilir (Görsel 1.49). Kromozomların kinetokorlarına, iğ ipliklerinin bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilir. Tüm kromozomların kinetokorlarına iğ iplikleri bağlanmışsa anafaz I'e geçilir.



Görsel 1.49: Metafaz I

Anafaz I

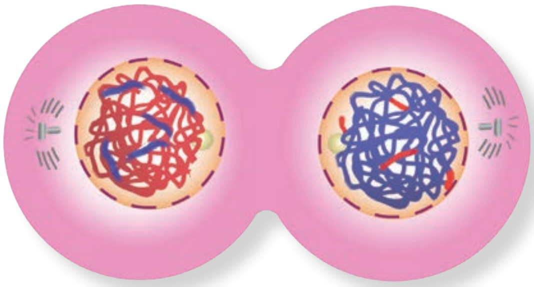
Homolog kromozomlar, iğ iplikleri yardımıyla bir birinden ayrılır ve zıt kutuplara çekilir. Homolog kromozomlar metafaz I'de ekvatoral düzlemde rastgele dizildiklerinden hangi kutba gideceği şansa bağlıdır. Bu durum gamet çeşitliliğine neden olan en önemli faktörlerden biridir. Homolog kromozomların farklı kutuplara gitmesiyle kromozom sayısının yarıya inme temeli atılır (Görsel 1.50).



Görsel 1.50: Anafaz I

Telofaz I

Zıt kutuplara çekilmiş kromozomlarda sentromer ayrılması gerçekleşmediğinden eşlenmiş kromatitler bir arada bulunur. Çekirdek zarı ve çekirdekçik canlı türüne özgü olarak yeniden oluşabilir. İğ iplikleri kaybolur (Görsel 1.51). Telofaz I ile eş zamanlı olarak sitokinez I başlar.

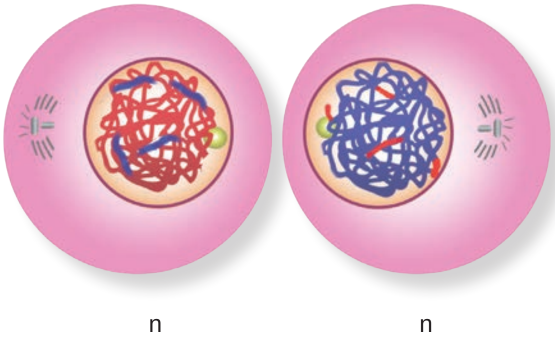


Görsel 1.51: Telofaz I

b) Sitoplazma Bölünmesi I (Sitokinez I)

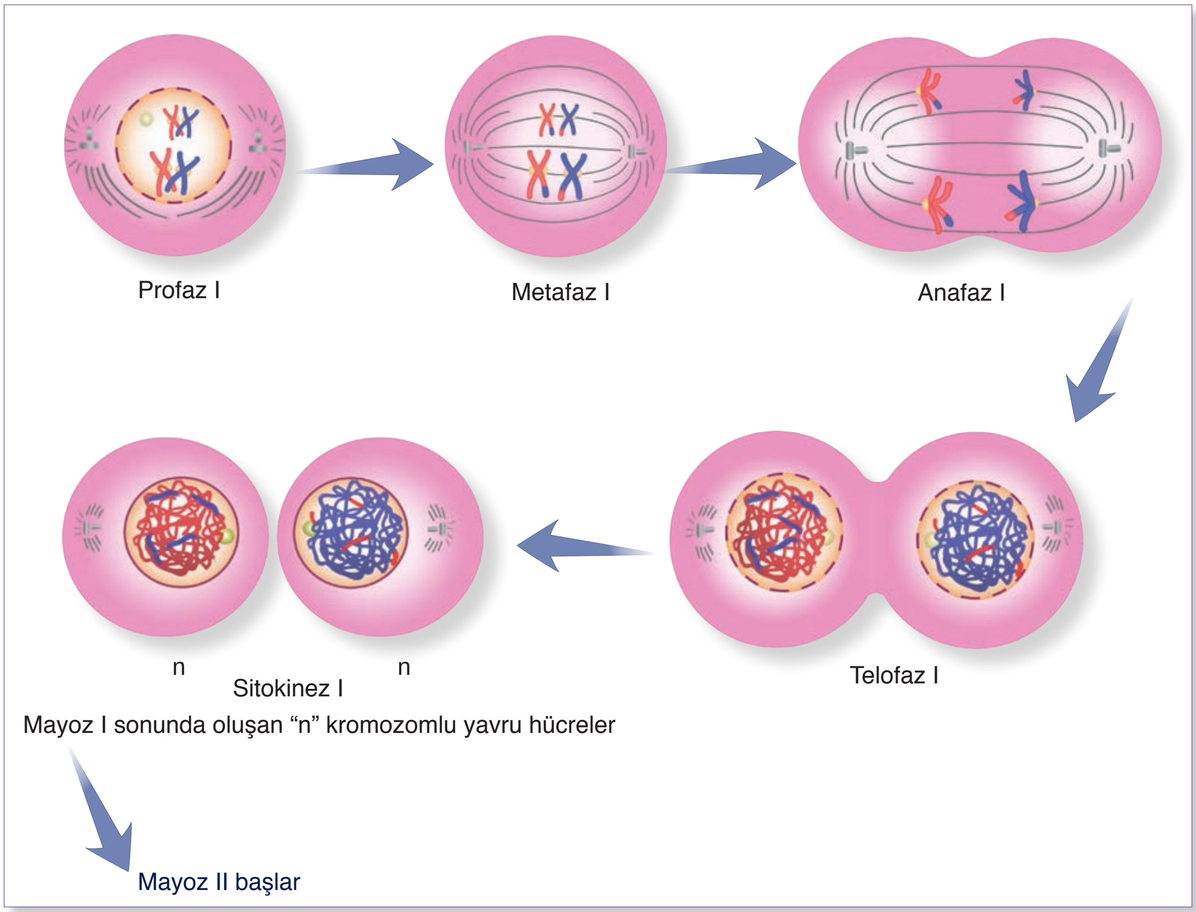
Sitokinez, hayvan hücrelerinde dıştan içe boğumlanmayla; bitki hücrelerinde içten dışa ara lamel oluşumuyla gerçekleşir.

Mayoz I tamamlandığında homolog kromozomların bir birinden ayrılmasıyla kromozom sayısı başlangıçtakinin yarısına iner, diploitten haploite düşer. Kromozomların kardeş kromatitleri henüz ayrılmamıştır. Sitokinez I sonunda interfazdaki kromozom sayısının yarısına sahip iki hücre oluşur (Görsel 1.52).



Görsel 1.52: Sitokinez I

Görsel 1.53'te mayoz I evreleri bir arada gösterilmektedir.


Profaz I
Metafaz I
Anafaz I
Telofaz I
n
Sitokinez I
n
Mayoz I sonunda oluşan “n” kromozomlu yavru hücreler
Mayoz II başlar

Görsel 1.53: Mayoz I evreleri

Sitokinez I sonunda “n” kromozomlu iki yavru hücre oluşur. Bu hücreler mayoz II'ye girerken interfaz görülmez ancak hayvan hücrelerinde sentrozom eşlenir. Bu yavru hücrelerin her biri, DNA eşlenmesi gerçekleşmeden ayrı ayrı mayoz II geçirir. Çekirdek ve sitoplazma yeniden bölünür.

Karekod 1.8: Mayoz I ile ilgili video

DİKKAT

Mayoz I ile mayoz II arasında interfaz meydana gelmez.
Mayoz II evreleri mitoz evrelerine benzer şekilde gerçekleşir.

Mayoz II Evreleri

a) Çekirdek Bölünmesi II (Karyokinez II)

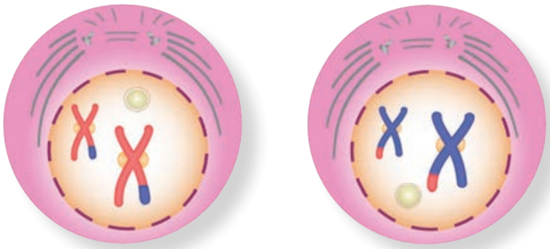
- ✓ Profaz II
- ✓ Metafaz II
- ✓ Anafaz II
- ✓ Telofaz II

b) Sitoplazma Bölünmesi II (Sitokinez II)

a) Çekirdek Bölünmesi II (Karyokinez II)

Profaz II

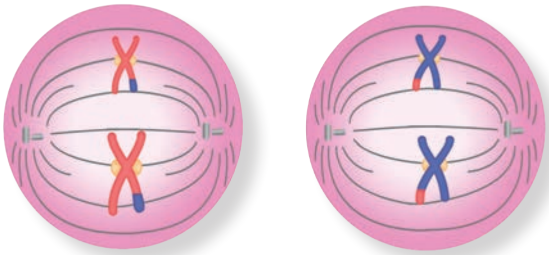
Bu evrede iğ iplikleri oluşur. Kromozomlar, iğ ipliklerine kinetokorlarından bağlanır ve ekvatoral düzleme hareket etmeye başlar. Çekirdek zarı ve çekirdekçik, mayoz I sonunda yeniden oluşmuşsa bu evrede parçalanarak kaybolurlar (Görsel 1.54).



Görsel 1.54: Profaz II

Metafaz II

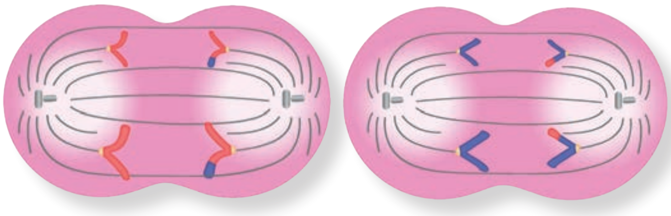
Kromozomlar, mitoz metafazında olduğu gibi ekvatoral düzlemde yan yana dizilir (Görsel 1.55).



Görsel 1.55: Metafaz II

Anafaz II

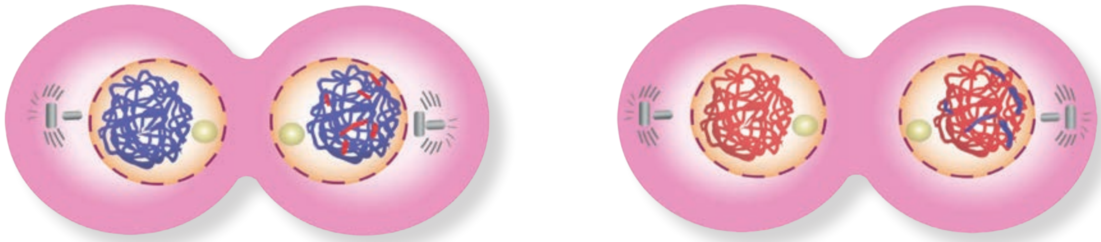
Kardeş kromatitler, birbirinden ayrılarak zıt kutuplara çekilir. Ayrılan her bir kromatit, bu evreden itibaren kromozom olarak adlandırılır. Bu nedenle kromozom sayısı iki katına çıkar, bu durum geçicidir (Görsel 1.56).



Görsel 1.56: Anafaz II

Telofaz II

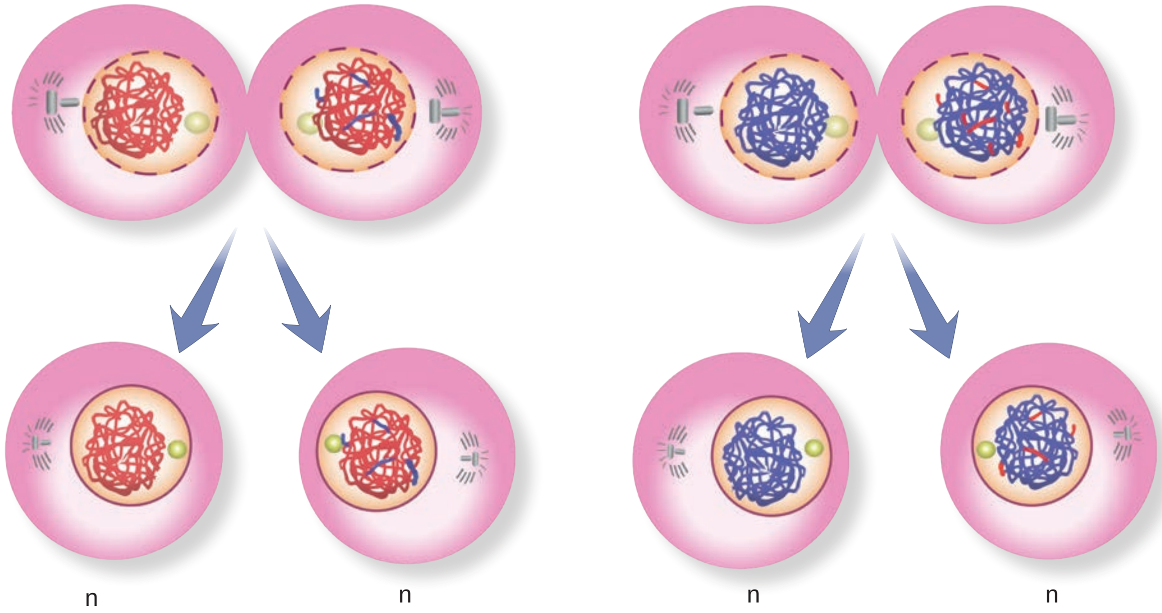
Bu evrede zıt kutuplara çekilmiş kromozomlar tekrar kromatin ipliklere dönüşür. İğ iplikleri kaybolur. Çekirdek zarı, çekirdekçik ve endoplazmik retikulum yeniden oluşur. Bu evreyle eş zamanlı olarak sitokinez II başlar ve devam eder (Görsel 1.57).



Görsel 1.57: Telofaz II

b) Sitoplazma Bölünmesi II (Sitokinez II)

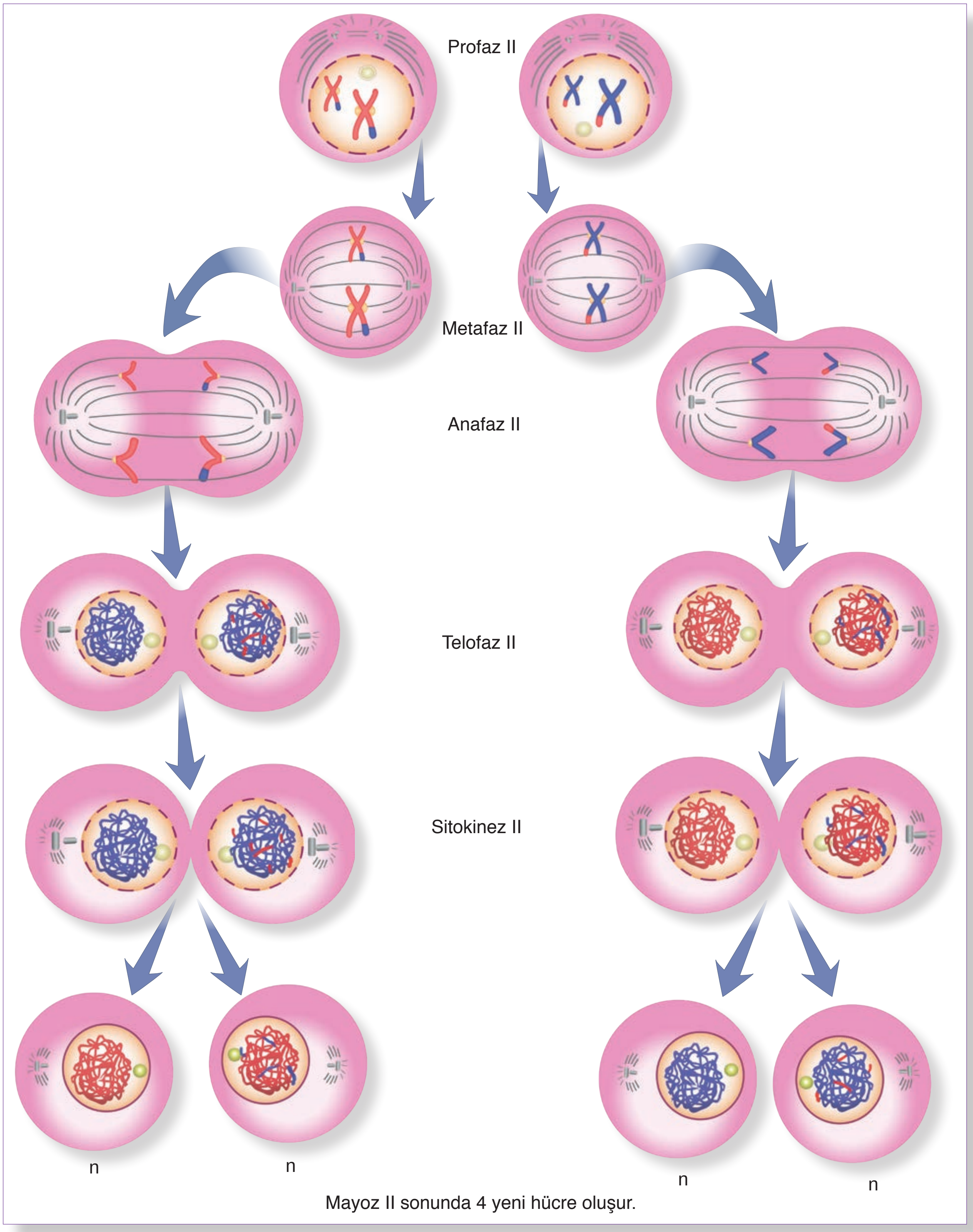
Bu evrede sitoplazma bölünmesi tamamlanır. Böylece haploit (n) kromozomlu dört hücre oluşur. Yavru hücrelerin sitoplazma miktarı ve organel sayısı farklılık gösterebilir. Mayoz sonunda dört yavru hücre meydana gelir. Sağlıklı olan hücrelerin kromozom sayısı aynı ancak kalıtsal olarak birbirinden farklıdır (Görsel 1.58).



Görsel 1.58: Sitokinez II

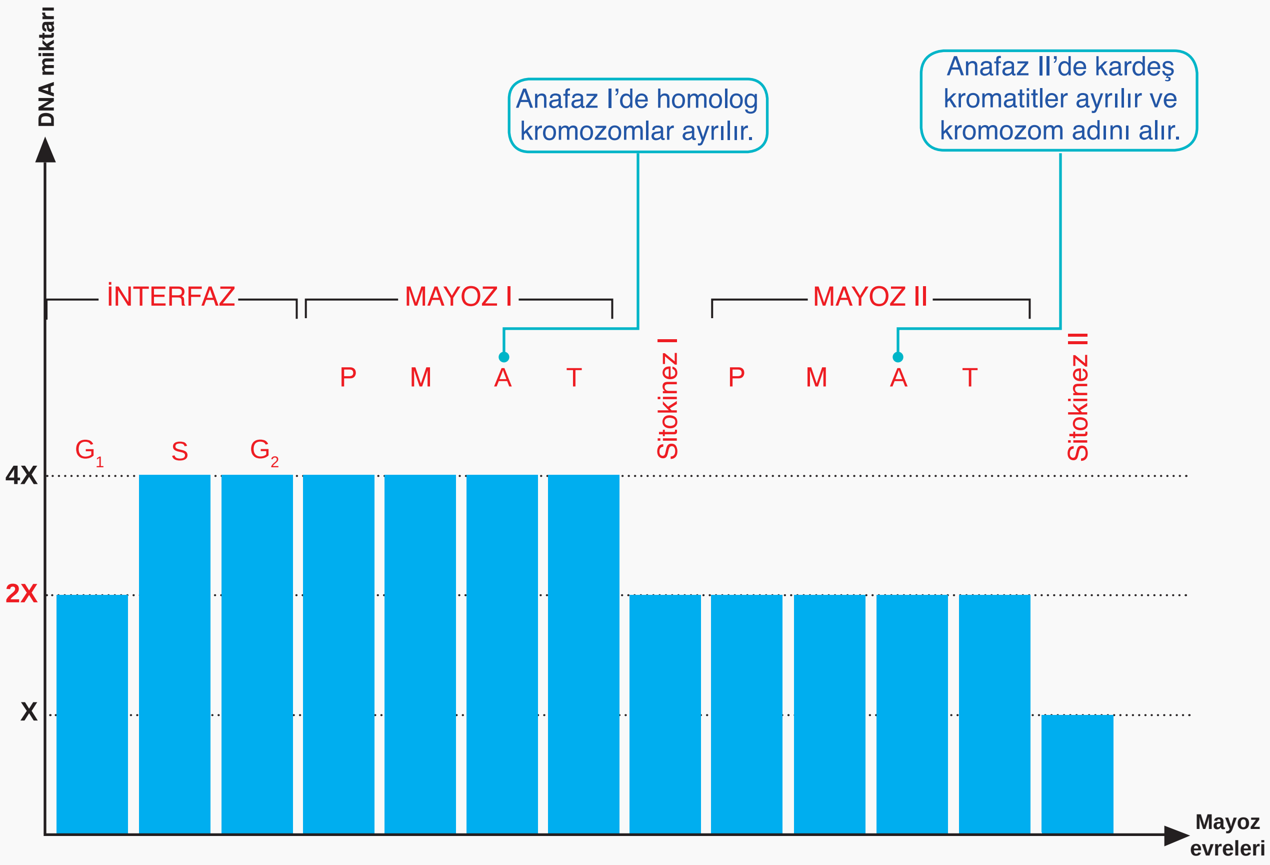
Karekod 1.9: Mayoz II video

Görsel 1.59'da mayoz II evreleri bir arada gösterilmektedir.


Profaz II
Metafaz II
Anafaz II
Telofaz II
Sitokinez II
n
n
n
n
Mayoz II sonunda 4 yeni hücre oluşur.

Görsel 1.59: Mayoz II evreleri

İnterfazda DNA eşlenir ve iki katına çıkar. Mayoz I'de homolog kromozomlar ayrılır. Sitokinez I ile DNA miktarı eşlenmeden önceki değerine ulaşır. Mayoz II'de kardeş kromatitler ayrılır. Sitokinez II ile DNA miktarı yarıya düşer. Oluşan yeni hücreler, ana hücrenin yarısı kadar DNA'ya sahiptir (Grafik 1.3).

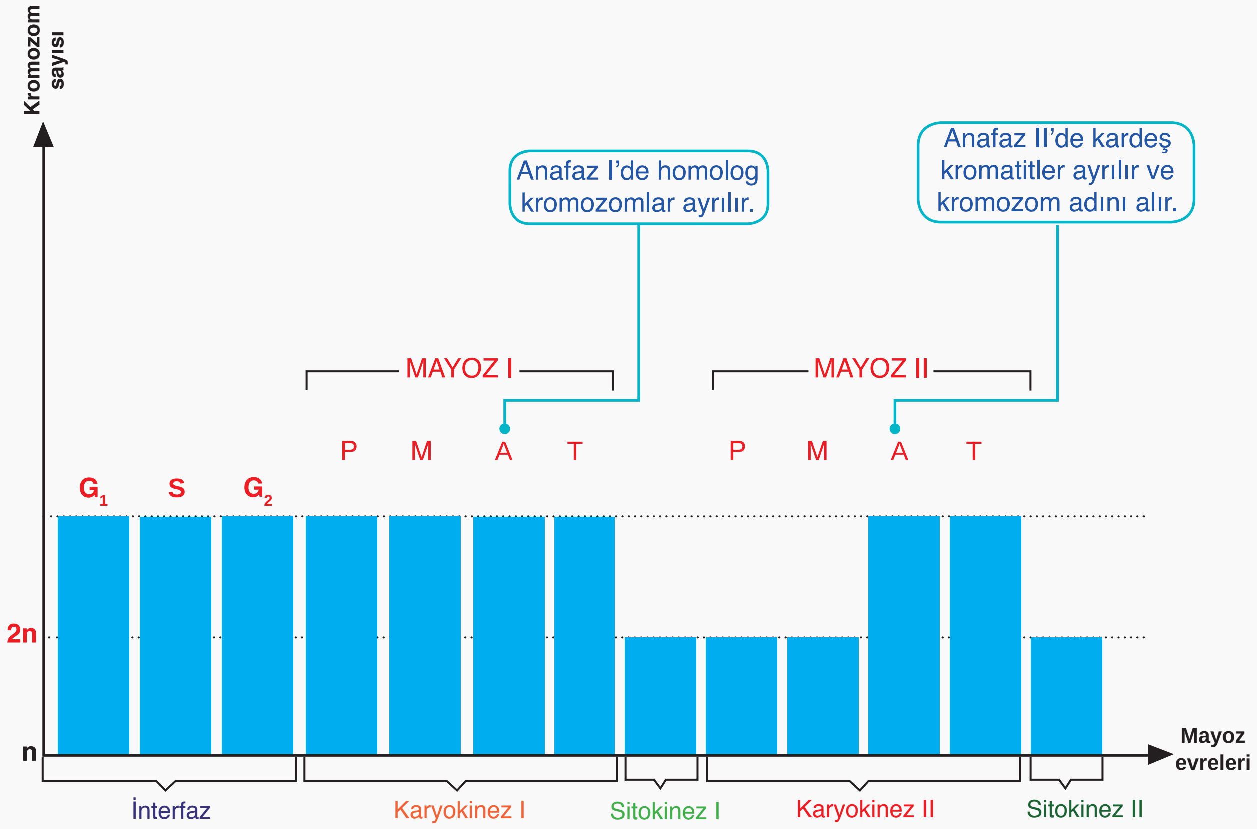


Grafik 1.3: Mayozda DNA miktarı değişimi

X: İnterfazın G_1 evresindeki DNA miktarının yarısı
2X: İnterfazın G_1 evresindeki DNA miktarı
4X: İnterfazın S evresinde DNA' nın iki katına çıkması

P → PROFAZ
M → METAFAZ
A → ANAFAZ
T → TELOFAZ

Mayoz I'de homolog kromozomlar ayrıldığından Sitokinez I'de kromozom sayısı yarıya düşer. Anafaz II'de farklı kutba gitmek üzere ayrılan her bir kardeş kromatit, kromozom kabul edildiğinden kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkar. Sitokinez II'de hücre tamamen ayrıldığından kromozom sayısı tekrar yarıya iner. Sitokinez II tamamlandığında oluşan hücrelerden her birinin kromozom sayısı, başlangıçtaki hücrenin kromozom sayısının yarısıdır (Grafik 1.4).



Grafik 1.4: Mayozda kromozom sayısı değişimi

n: İnterfazın G_1 evresindeki kromozom sayısının yarısı
2n: İnterfazın G_1 evresindeki kromozom sayısı

P ⟶ PROFAZ
M ⟶ METAFAZ
A ⟶ ANAFAZ
T ⟶ TELOFAZ

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

Mayozu açıklayan elektronik sunu (animasyon, video vb.) hazırlanması ve paylaşılması

Mayozu açıklamak için bilişim teknolojilerinden yararlanarak elektronik sunu, animasyon, video vb. hazırlayınız. Hazırladığınız ürünü sınıfta paylaşınız. İlgili görsellere www.eba.gov.tr adresinden ulaşabilirsiniz.

Ekler bölümünde verilen öğrenci öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Karekod 1.10: Örnek uygulama

HABER KÖŞESİ

Tohum Bombası

Tohum bombası, toprakta bitki oluşumunu geliştirmek, toprağı canlandırmak ve havalandırmak için toprağa atılan minik toplardır. Tohum topları aynı zamanda tohumların gelişmesi için uygun ortamı sağlayarak onları dış etkenlerden korur. Tohum bombaları, küresel çölleşmeye karşı park ve bahçeleri yaklaşık dört kat daha hızlı, kolay, sağlıklı ve ucuz bir şekilde yeşillendirmek amacıyla kullanılır.

Nelere ihtiyaç var?

Tohum bombası yapmak için gazete kâğıtları ya da atık kâğıtlar, su, derin kap, maydanoz ya da farklı çiçek tohumları, eldiven, küçük saksı, makas, kurabiye kalıpları (isteğe bağlı), bitki toprağı (isteğe bağlı) gerekir.

Nasıl yapılır?

Gazete ya da atık kâğıtlar makasla parçalanır ve kaba boşaltılır. İsteğe bağlı olarak kâğıtlar mutfak robotunda da parçalanabilir. Kâğıt parçaları, üzerlerine su dökerek yumuşatılır. Yumuşayan kâğıtların üzerine tohumları eklenir ve hamur hâline gelene kadar yoğrulur. Gazete kâğıdının yüzeyindeki mürekkebin ele bulaşmaması için eldiven kullanılabilir. Tohum bombalarına kurabiye kalıplarını kullanarak ya da hamuru top hâline getirerek şekil verilebilir. Kurumalarının ardından tohum bombaları doğaya fırlatılabilir ya da küçük saksılara ekilebilir.

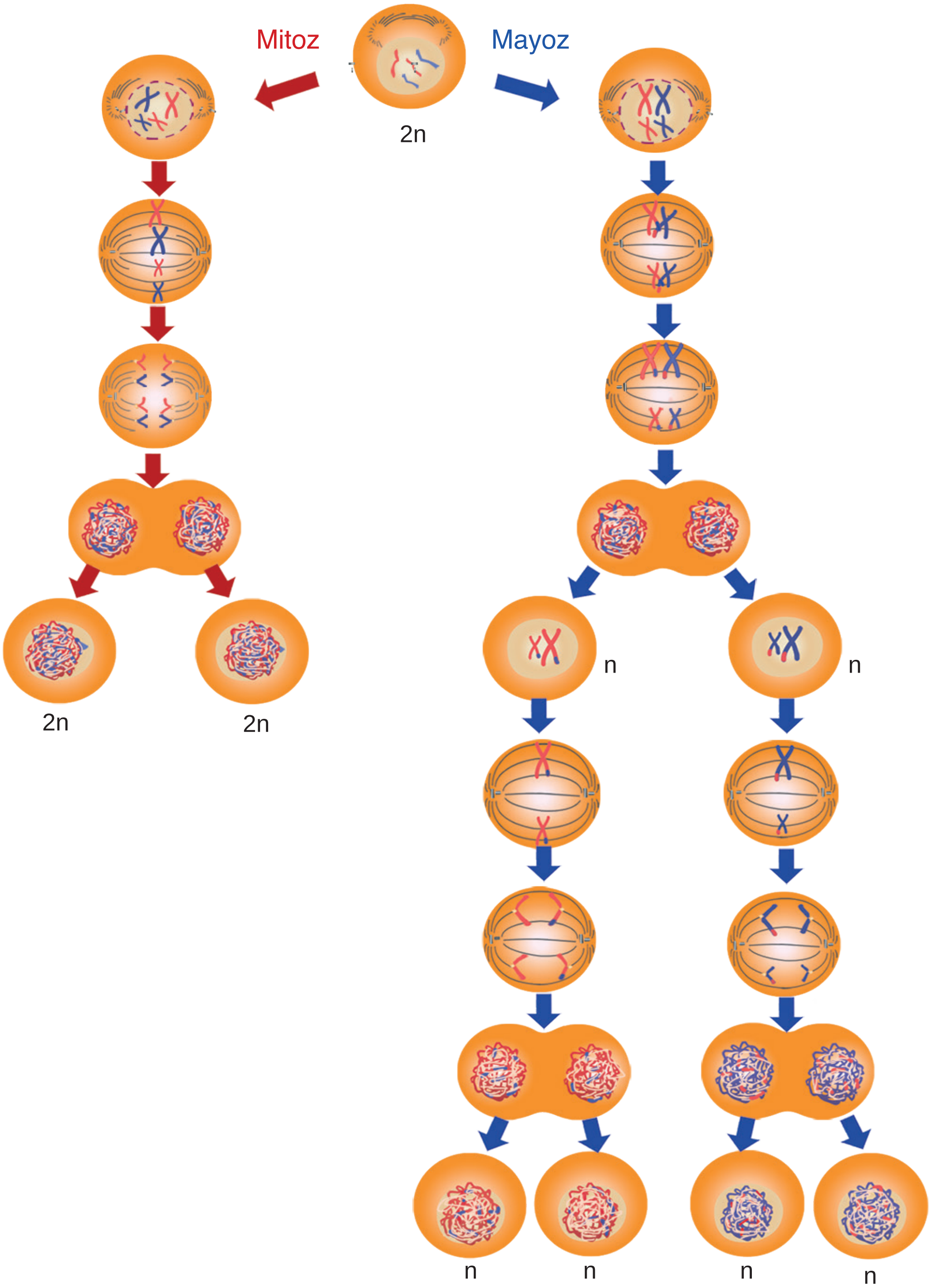
Zeynep Ok, Konya Bilim Merkezi
Bilim Genç Dergisi
08.02.2017
(Düzenlenmiştir.)

Mitoz ve mayozda gerçekleşen benzer olaylar olmasına rağmen aralarında farklılıklar da vardır. Bu farklılıklardan bir kısmı Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo: 1.2. Mitoz ve Mayoz Karşılaştırma Tablosu

MİTOZ	MAYOZ
1. Eşeysiz üremenin temel olayıdır.	1. Eşeyli üremenin temel olayıdır.
2. Ökaryot tek hücrelilerde, çok hücreli canlıların bir çok vücut hücresinde ve üreme ana hücrelerinde görülür.	2. Çok hücreli canlıların üreme ana hücrelerinde ve bazı canlıların spor üretiminde görülür. Bazı tek hücrelilerde de mayoz görülebilir.
3. Bölünme sonucu oluşan hücreler, birbirleriyle ve atasal hücreyle kalıtsal olarak aynıdır (mutasyonlar hariç).	3. Bölünme sonucu oluşan hücreler, birbirlerinden ve atasal hücreden kalıtsal olarak farklıdır.
4. Çok hücrelilerde oluşan hücreler genellikle büyüme, gelişme ve doku onarımını sağlar.	4. Oluşan hücreler üremeyi sağlar.
5. Genellikle tetrat, sinapsis ve krossing over oluşumu görülmez.	5. Tetrat, sinapsis ve krossing over mayozda görülebilir.
6. Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi bir kez gerçekleşir.	6. Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi iki kez gerçekleşir (mayoz I ve mayoz II).
7. Bölünme sonucu, kromozom sayısı ata hücreyle aynı olan iki yeni hücre oluşur (mutasyonlar hariç).	7. Bölünme sonucu kromozom sayısı ata hücrenin yarısı kadar olan dört yeni hücre oluşur.
8. Oluşan hücreler tekrar bölünme geçirebilir.	8. Oluşan hücreler tekrar mayoz geçiremez.

Mitoz ve mayoz geçirebilen 2n=4 kromozomlu bir hücrede, hücre bölünmelerinin karşılaştırılması Görsel 1.60'da gösterilmiştir.



Görsel 1.60: Mitoz ve mayoz karşılaştırılması

Karekod 1.11: Mitoz ile mayozun karşılaştırılmasını anlatan video

Mitoz ve Mayozun Ortak Noktaları

- ✓ İnterfaz gerçekleşir.
- ✓ İnterfazda metabolik olaylar hızlanır.
- ✓ DNA replikasyonu gerçekleşir.
- ✓ Kontrol noktaları vardır.
- ✓ Karyokinez ve sitokinez gerçekleşir.
- ✓ İğ iplikleri kromozomların kinetokorlarına bağlanır.
- ✓ Kardeş kromatitler ayrılır.
- ✓ Hücre sayısı artar.

1.2.2. EŞEYLİ ÜREME

Genellikle farklı cinsiyete sahip aynı tür iki canlının iki haploid gametinin döllenmesiyle yeni yavrular meydana gelmesine **eşeyli üreme** denir. Oluşan yavrular, hem ebeveynlerinden hem de birbirinden farklı kalıtsal özelliklere sahiptir. Eşeyli üreme, canlının değişen çevre koşullarına uyum yeteneğini artırır. Hayvanların büyük çoğunluğunda eşeyli üreme görülür.

Kapalı tohumlu bitkilerin üreme organı çiçektir. Açık tohumlu bitkilerde üreme organı erkek ve dişi kozalaklardır. Üreme organlarında oluşturulan gametler döllendikten sonra oluşan tohumlar çimlenerek yeni bitkileri meydana getirir (Görsel 1.61).

Nilüfer

Papatya

Kırmızı ladin kozalağı

Görsel 1.61: Eşeyli üreyen bitki örnekleri

Bazı canlılarda erkek ve dişi gamet, aynı canlı tarafından üretilebilir. Böyle canlılara **erselik canlılar** (hermafrodit) denir (Görsel 1.62). Bazı bitkilerin çiçek yapıları da hem erkek hem de dişi organlarını içerir. Tam çiçek yapısına sahip bu bitkilerin çok azı kendi kendini döller. Erselik canlılar kendilerini dölleyebilir ancak birçok hermafrodit canlı kendini döllemeyi engelleyen adaptasyonlara sahiptir. Örneğin hermafrodit birey yumurta ve spermi farklı zamanlarda üreterek aynı türün başka bir bireyi ile döllenmeye katılabilir. Bu sayede gerçekleşebilecek tür içi çeşitlilik olasılığı artar.

Hilal kuyruklu lapin *(Thalassoma lunare)*
(Talasoma lunare)

Mavi bantlı Gobi *(Lythrypnus dalli)*
(Litripnus dali)

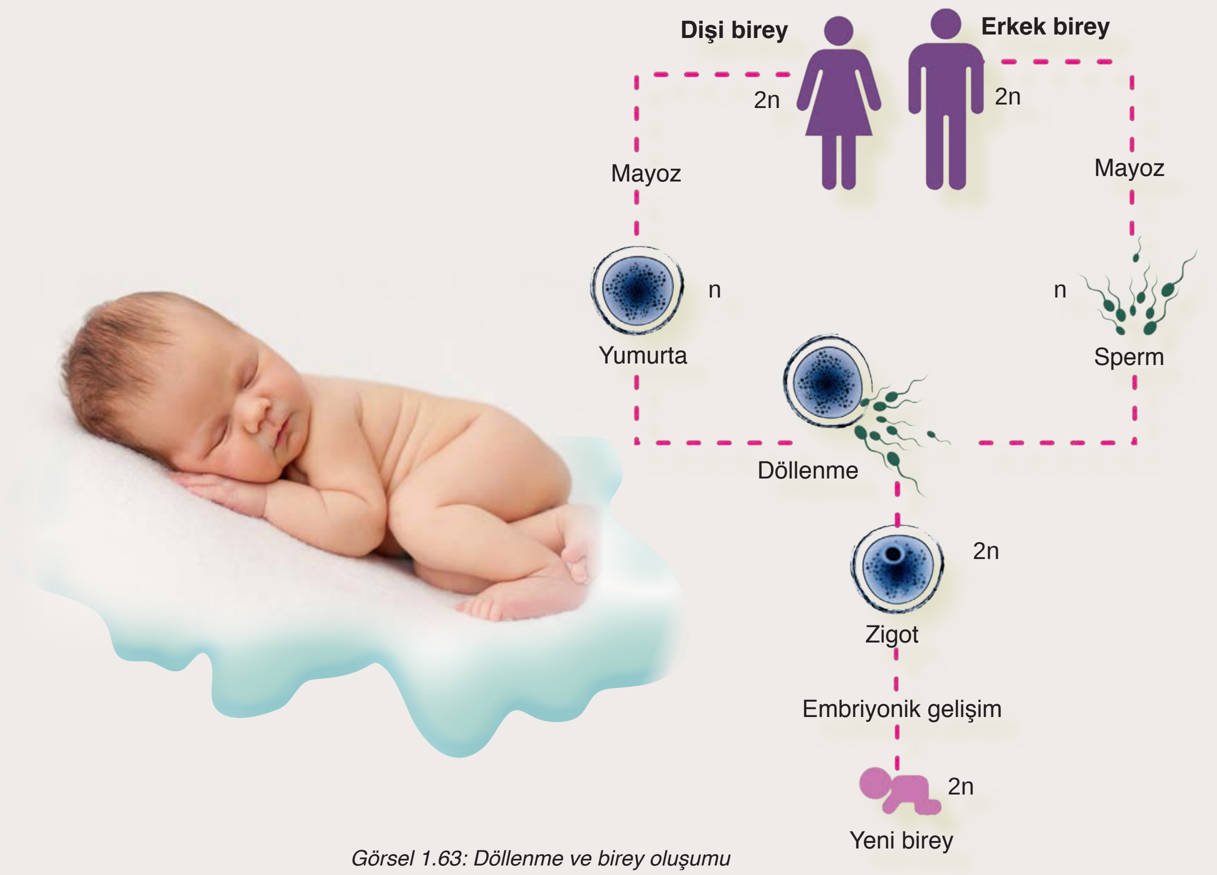
Toprak solucanı *(Lumbricus terrestris)*
(Lumbirikus terrestris)

Görsel 1.62: Bazı erselik canlılar

2\.
BÖLÜM

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

Haploit üreme hücrelerinin kalıtsal içeriğinin birleşmesine **döllenme** denir. Sperm tarafından döllenmiş yumurtaya **zigot** denir. Zigot diploit bir hücredir. Zigottan mitoz bölünmeler ve embriyonik gelişim ile yeni birey meydana gelir (Görsel 1.63). Döllenme olayında gametler şansa bağlı olarak bir araya geldiklerinden tür içi genetik çeşitlilik meydana gelir. Çeşitlilik ise değişen çevresel koşullarda türün neslini devam ettirme olasılığını artırır. Birey sayısının artması ve türün devamlılığının sağlanması eşeysiz ve eşeyli üremenin ortak özellikleridir. Eşeyli ve eşeysiz üremenin karşılaştırılması Tablo 1.3'te verilmiştir.



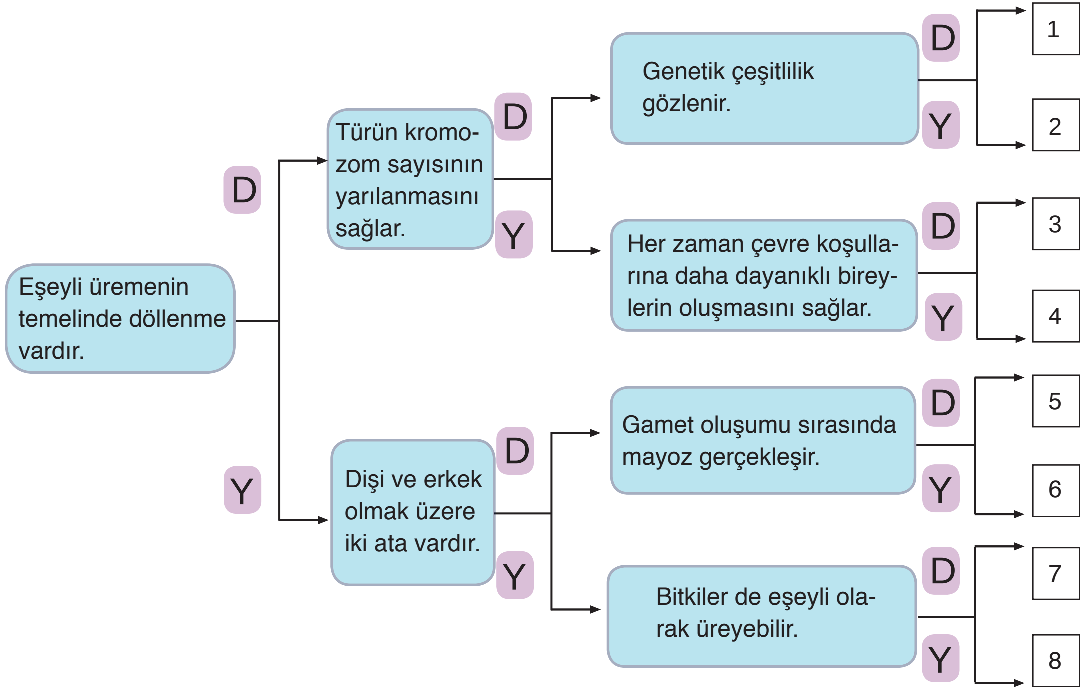
Görsel 1.63: Döllenme ve birey oluşumu

Tablo 1.3 Eşeyli ve Eşeysiz Üreme Karşılaştırma Tablosu

EŞEYSİZ ÜREME	EŞEYLİ ÜREME
Genellikle tür içi genetik çeşitliliğe neden olmaz (mutasyon haricinde).	Tür içi genetik çeşitliliğe neden olur.
Tek ata vardır.	Genellikle iki ata vardır.
Temelinde mitoz vardır.	Temelinde mayoz vardır.
Döllenme yoktur.	Döllenme vardır.
Genellikle türün değişen çevre şartlarına uyum olasılığı düşüktür.	Türün değişen çevre şartlarına uyum olasılığı yüksektir.

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaç tekniği ile hazırlanmış soruları soldaki ilk kutudan başlayarak doğru (D) ya da yanlış (Y) olduğuna karar vererek ilgili ok yönünde ilerleyiniz. Vereceğiniz cevaplarla sekiz çıkış noktasından doğru olanı bulunuz.


Eşeyli üremenin temelinde döllenme vardır.
D
Y
Türün kromozom sayısının yarılanmasını sağlar.
D
Y
Dişi ve erkek olmak üzere iki ata vardır.
D
Y
Genetik çeşitlilik gözlenir.
D
Y
Her zaman çevre koşullarına daha dayanıklı bireylerin oluşmasını sağlar.
D
Y
Gamet oluşumu sırasında mayoz gerçekleşir.
D
Y
Bitkiler de eşeyli olarak üreyebilir.
D
Y
1
2
3
4
5
6
7
8

2. Aşağıda verilen tabloyu inceleyiniz. A ve B sorularını tabloya göre cevaplayınız.

a) DNA eşlenmesi görülür.	b) Kromozomlar ekvatoral düzleme yerleşir.	c) Genellikle sitoplazma boğumlanmaya başlar.
ç) Sentrozomlar ayrılır.	d) Kromozomların en iyi görüldüğü evredir.	e) İğ iplikleri oluşur.
f) Homolog kromozomlar ayrılır.	g) Kardeş kromatitler ayrılır.	ğ) Metabolik olaylar hızlanır.
h) Çekirdek zarı oluşur.	ı) Çekirdek zarı ve çekirdekçik kaybolur.	i) Karyotipin çıkarılabildiği evredir.

A) Tablodaki olayların harflerini aşağıdaki evrelerle eşleştiriniz.

1. İnterfaz...............................
2. Metafaz I.............................
3. Anafaz I..............................
4. Anafaz II............................
5. Telofaz II............................
6. Profaz I..............................

B) Tablodaki olaylardan hayvan hücresinde gerçekleşenleri sırasıyla yazınız.

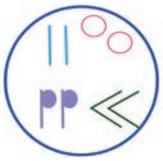
....

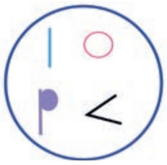
BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

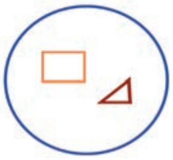
3. Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleşmeyen kavramı belirleyerek tanımını yazınız.

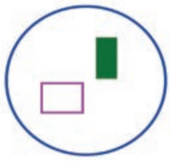
a) Homolog kromozomların birbirlerine sinapsis yaptığı bölüm	1. Krossing over
b) Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasındaki parça değişimi	2. Tetrat
c) Homolog kromozomların profaz I'deki dört kromatitli durumu	3. Sinapsis
ç) Homolog kromozomların yan yana gelerek birbirine sarılması	4. Kiyazma
Eşleşmeyen kavram: .... Açıklama:	5. Kinetokor

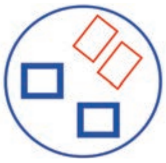
4 . Aşağıda numaralandırılmış hücre şekillerinin altındaki boşluklara 2n = 8, 2n = 4, n = 4, n= 2 kromozom sayılarından uygun olanları yazınız.

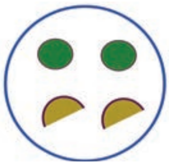
1.

…………

2.

…………

3.

…………

4.

…………

5.

…………

6.

…………

5. Bir su piresi (*Daphnia*-Dafniya) dişisi, iki tip yumurta oluşturabilir. Bunlardan bir tip, gelişmek için döllenme gerektirir, ancak diğeri partenogenezle gelişebilmektedir.

Hem eşeyli hem de eşeysiz üreyebilen su pireleri, değişen çevre koşullarına uyum yeteneği hangi üreme biçiminde artar? Nedeniyle açıklayınız.

....
....
....
....
....
....

6. Mayozda homolog kromozomların rastgele kutuplara çekilmesinin canlılar için önemini açıklayınız.

....
....
....
....
....
....
....

7. Eşeyli üreyen bir canlıda kalıtsal çeşitliliğe neden olan faktörleri yazınız.

....
....
....
....
....
....
....
....
....

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

8. I. Hidranın tomurcuklanma ile üremesi
II. Gül bitkisinde çelikle üreme
III. İnsanda eşeyli üreme

Yukarıda verilen örneklerden çeşitliliğe neden olmayan olaylar hangileridir? Nedenleriyle açıklayınız.

....
....
....
....
....
....

9. Aşağıdaki boşluklara eşeyli üreme ile ilgili öğrendiğiniz kavramlardan birer tane yazınız.

....
....
....
....
....

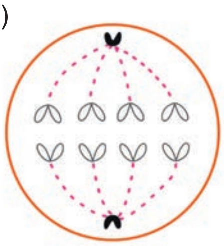
10. Mayoz geçirmekte olan bir hücrede

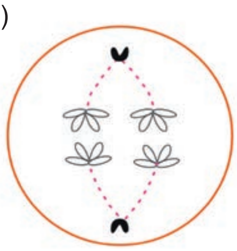
I. homolog kromozomların ayrılması
II. sitoplazma bölünmesi
III. çekirdek bölünmesi

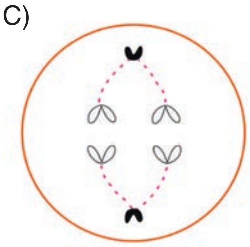
olaylarının kaçar kez gerçekleştiğini yazınız?

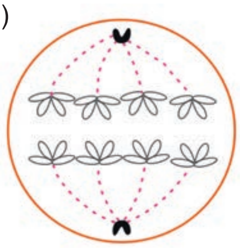
I. ……………………………………………
II. ……………………………………………
III. ……………………………………………

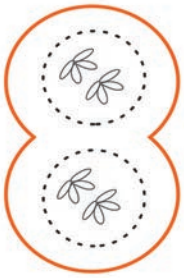
11. Aşağıdaki şekillerden hangisi mayoz geçirmekte olan 2n=4 kromozomlu bir hücrenin telofaz I'ine aittir?

A)


B)


C)


D)


E)


12. Mayozda gerçekleşen

I. tetrat oluşumu
II. krossing over
III. kromatit ayrılması
IV. homolog kromozom ayrılması

olaylarından hangileri mitozda gerçekleşmez?

A) I ve II
B) I ve III
C) II ve III
D) I, II ve IV
E) II, III ve IV

2
BÖLÜM

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

1.

I. İnterfaz
II. Sitokinez
III. Karyokinez

a) İğ ipliği oluşumu
b) Kromozomların metafaz plağında dizilimi
c) DNA replikasyonu
ç) Çekirdek zarı oluşumu
d) Sitoplazma boğumlanması

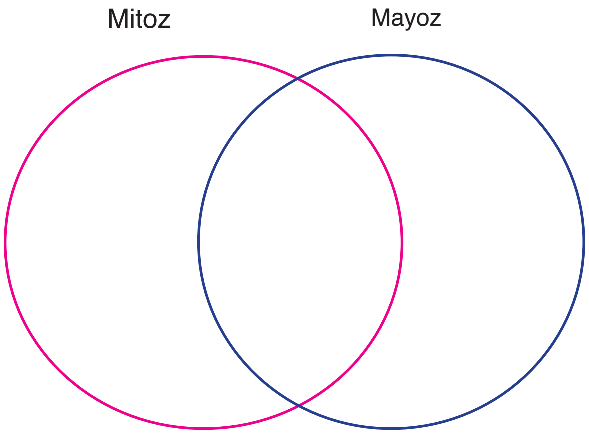
2. Eşleşmeyen kavramla ilgili açıklamayı siz yazınız.

a) Çekirdeğin yeniden oluştuğu evre
b) Kardeş kromatitlerin ayrıldığı evre
c) Krossing overın gerçekleştiği evre
ç) Kromozomların ekvatoral düzlemde dizildiği evre

1. Profaz I
2. Metafaz I
3. Telofaz II
4. Anafaz II
5. Anafaz I

Eşleşmeyen evre: ....
Olay: ....
....
....

3.

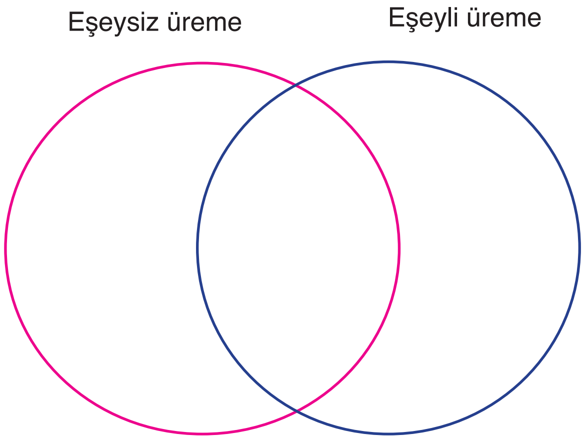


Aşağıda verilen ifadelerin numaralarını yukarıdaki Venn şemasında uygun alanlara yerleştiriniz.

1. Eşeyli üremenin temelini oluşturur.
2. Eşeysiz üremenin temelini oluşturur.
3. Gamet oluşumu görülür.
4. Kromozom sayısı yarıya düşmüş yeni hücrelerin oluşmasını sağlar.
5. Kromozom sayısı ata hücreyle aynı olan yeni hücrelerin oluşmasını sağlar.
6. Sitokinez görülür.
7. Karyokinez görülür.
8. İki yavru hücre meydana gelir.
9. Krossing over görülebilir.
10. Kardeş kromatitler birbirinden ayrılır.
11. Replikasyon görülür.
12. İnterfaz gerçekleşir.
13. İğ iplikleri kinetokorlara bağlanır.
14. Homolog kromozomlar birbirinden ayrılır.
15. Karyokinez ve sitokinez iki kez gerçekleşir.
16. Çok hücreli canlılarda büyüme, gelişme ve onarımı sağlar.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

4.



Aşağıda verilen ifadelerin numaralarını yukarıdaki Venn şemasında uygun alanlara yerleştiriniz.

1. Mayoz görülür.
2. Mayoz görülmez.
3. Döllenme görülür.
4. Döllenme görülmez.
5. Mitoz görülebilir.
6. Genellikle üreme hızı düşüktür.
7. Genellikle üreme hızı yüksektir.
8. Tür içi çeşitliliği sağlar.
9. Tür içi çeşitliliği sağlamaz.
10. Çeşitlerinden biri hermafroditliktir.
11. Çeşitlerinden biri vejetatif üremedir.
12. Birey sayısı artar.
13. Canlı neslinin devamlılığını sağlar.
14. Hücre bölünmesi zorunludur.
15. Değişen ortam şartlarına uyum şansı yüksektir.
16. Sabit ortam şartlarına uyum şansı yüksektir.

5. Tabloyu inceleyiniz A, B ve C sorularını cevaplayınız.

a) Bira mayası	b) Planarya	c) Bakteri
ç) Mantar	d) Asma	e) Amip
f) Eğrelti otu	g) Çilek	ğ) Öglena
h) Denizyıldızı	ı) Kertenkele	i) Hidra
j) Paramesyum	k) Sardunya	l) Lale

A) Tabloda verilen canlıların harflerini aşağıdaki cümlelerden uygun olanların yanına yazınız. (Bir sorunun birden fazla cevabı olabileceği gibi aynı cevap farklı sorularda da kullanılabilir.)

1. Rejenerasyonla üreme görülür. ....
2. Vejetatif üreme görülür. ....
3. Tomurcuklanmayla üreme görülür. ....
4. Sporla üreme görülür. ....
5. Sürünücü gövdeyle üreme görülür. ....
6. Soğanla üreme görülür. ....
7. İkiye bölünmeyle üreme görülür. ....
8. Tüm rejenerasyon çeşitleri görülür. ....

B) Bira mayasında görülen üremenin tablodaki diğer canlıların hangilerinde görüldüğünü yazınız.

....
....
....
....
....

C) Vejetatif üremenin görülmediği canlıların harflerini yazınız.

....
....
....
....

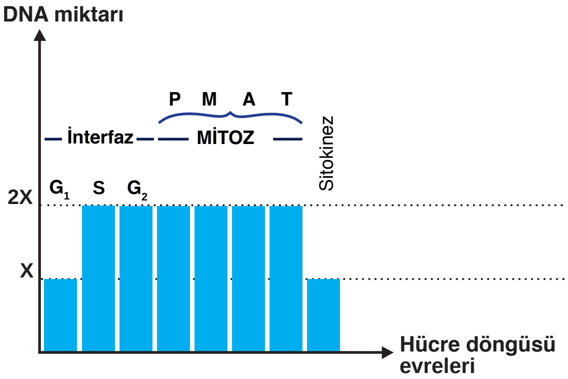
2. BÖLÜM

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

B. Aşağıda açık uçlu soruların cevabını ilgili alana yazınız.

6. Hücre döngüsündeki DNA miktarı değişimi grafikteki gibidir.



Buna göre aşağıda verilen olayların mitozun hangi evrelerinde meydana geldiğini boşluklara yazınız.

Sitoplazma bölünmesi...

Karyotip çıkarılması..

Kardeş kromatit ayrılması...................................

7. Yaşadığı ortama uyum sağlamış bir canlının genetik özelliklerinin, yeni oluşan canlılara değişmeden geçtiği gözlenmiştir.

Bu gözleme dayanarak

I. İncelenen canlı, eşeysiz üremiştir.
II. Çevre koşulları anormal değiştiğinde bu canlının ortama uyumu zorlaşacaktır.
III. Bu canlının üreme sürecinde homolog kromozomların ayrılması gerçekleşmiştir.

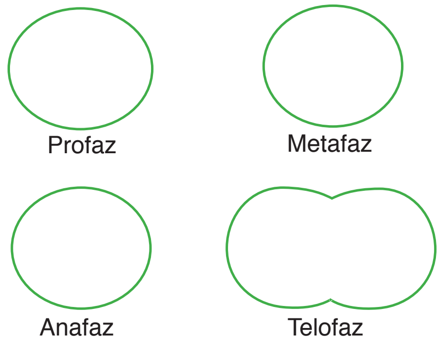
önermelerinden yanlış bulduklarınızı nedenleriyle yazınız.

....

....

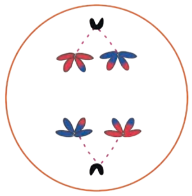
....

8. Aşağıdaki şekillerin içine 2n = 6 kromozomlu bir canlıya ait vücut hücrelerinin bölünme evrelerindeki kromozomlarını sembollerle çiziniz.



9-11. soruları aşağıdaki görseli inceleyerek cevaplayınız.

Görselde hayvan hücresinin bölünme evrelerinden birinin şekli verilmiştir.



9. Şekil hangi tür hücre bölünmesine aittir? Nedeniyle açıklayınız.

....

....

....

10. Görseldeki şekil hangi evreye aittir? Nedeniyle açıklayınız.

....

....

....

....

11. Şekilde verilen bölünme sonunda hangi hücreler oluşur, kromozom sayıları kaçtır?

....

....

....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

12. Kamçı kuyruklu kertenkelelerde erkek birey yoktur. Popülasyon, dişilerin eşeysiz çoğalmasıyla gelişen bireylerden oluşur. Dişi bireyin mayozla ürettiği yumurtanın kromozomları iki katına çıkar ve diploit hücre oluşur. Diploit hücre, mitozla gelişerek yeni bireyi meydana getirir.

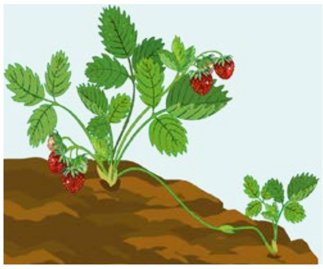
Kamçı kuyruklu kertenkelelerde tür içi genetik çeşitlilik görülmesi nasıl açıklanabilir?

....

....

....

13.



Yukarıdaki görselde çilek bitkisinin üreme şekli verilmiştir.

Bu üreme biçimiyle ilgili aşağıdaki açıklamalardan hangilerinin doğru ya da yanlış olduğunu nedenlerini belirterek yazınız.

a) Bitkinin değişen ortam şartlarına uyumunu artırır.

....

....

....

b) Genetik olarak farklı çilek bitkileri oluşur.

....

....

....

c) Mitozla yeni dokular oluşur.

....

....

....

14. Diploit kromozom sayısı 38 olan bir canlıya ait gamet hücrelerinin oluşum sürecinde gözlenen evrelerin kromozom sayılarını yazınız.

a) Profaz I: ....

b) Metafaz I: ....

c) Anafaz II: ....

d) Sitokinez II: ....

C. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

15. Hücre döngüsünde

I. DNA'nın eşlenmesi
II. Sentriollerin eşlenmesi
III. Hücrenin yüzey - hacim oranının artması

olaylarından hangileri interfazda gerçekleşmez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

16. Partenogenez ile oluşan erkek bal arılarının (I) kromozom durumu ile (II) gamet üretimi yolu hangi seçenekte doğru verilmiştir?

	I	II
A)	n	mayoz
B)	2n	mayoz
C)	n	mitoz
D)	2n	mitoz
E)	4n	mitoz

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

17. I. Sperm
II. Yumurta ana hücresi
III. Zigot

Yukarıda verilen hücrelerden hangilerinin kromozom sayısı diploit bir canlının vücut hücresiyle aynıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

18. Eşeysiz üreme çeşitlerinden tomurcuklanma, ikiye bölünme ve vejetatif üremede

I. Kardeş kromatitlerin ayrılması
II. DNA' nın kendini eşlemesi
III. Homolog kromozomların ayrılması

olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

19. İnsanlarda döllenmiş yumurtayı (zigot) oluşturan hücrelere ilişkin

I. Genetik yapıları aynıdır.
II. n kromozomludur.
III. Mitozla oluşur.

özelliklerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

20. İnsanlarda

I. Homolog kromozomların ayrılması
II. Gametlerin birleşmesi
III. DNA eşlenmesi

olaylarından hangileri mayozda yeni gen kombinasyonlarına olanak sağlar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

21. Aşağıda verilenlerden hangisi interfazda gerçekleşmez?

A) Metabolizmanın hızlanması
B) DNA eşlenmesi
C) Protein sentezi
D) Kardeş kromatitlerin ayrılması
E) Organel sayısının artması

22. Aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşirken krossing over görülme olasılığı vardır?

A) Böğürtlen bitkisinin daldırma ile üretilmesi
B) Patateste gamet oluşumu
C) Çileğin sürünücü gövdeyle üremesi
D) Lalenin soğanla üremesi
E) Söğüdün çelikle üretilmesi

23. Aşağıdakilerden hangisi rejenerasyonla üremede gözlenir?

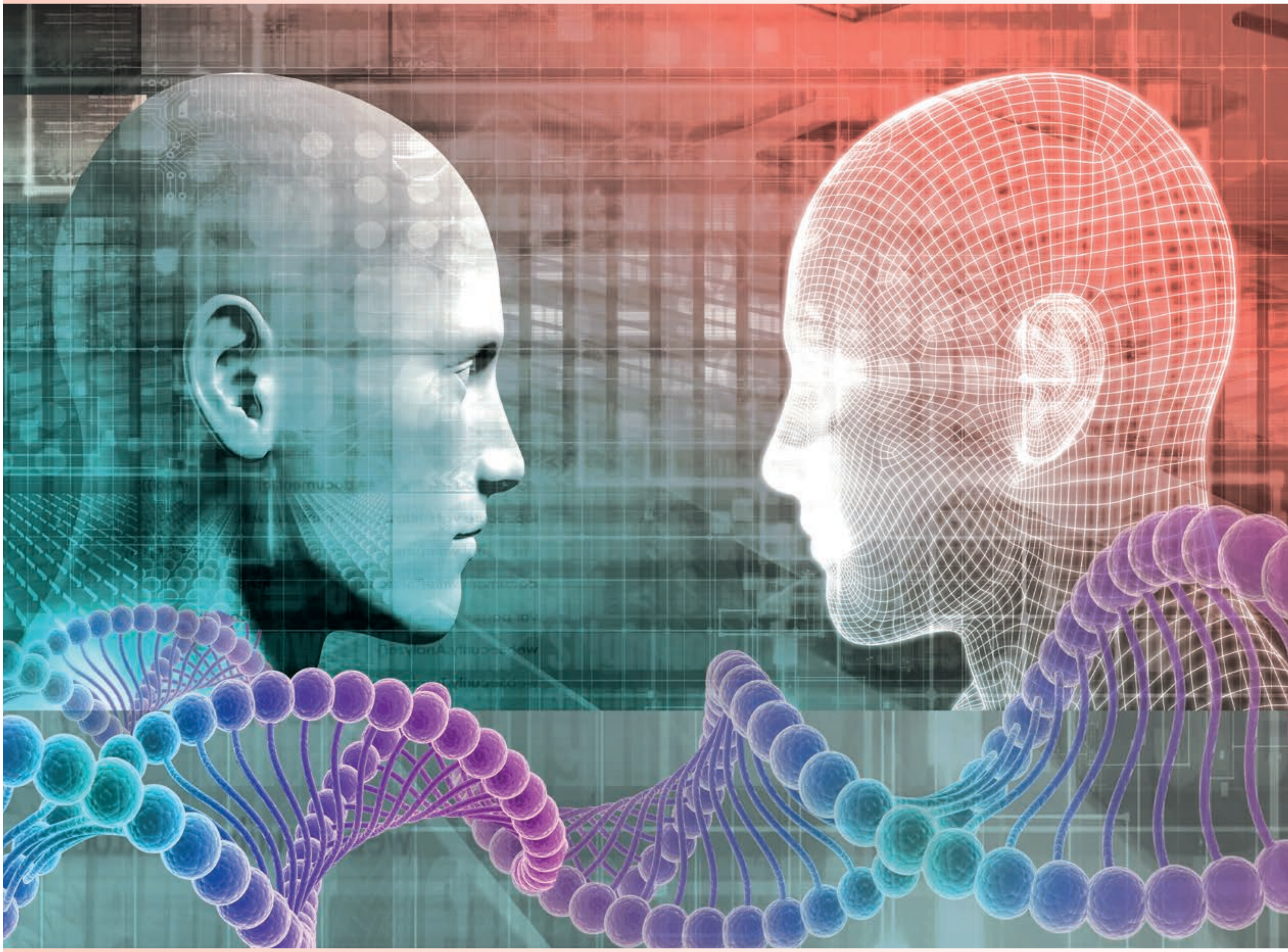
A) Gamet oluşumu
B) Kromatit ayrılması
C) Döllenme gerçekleşmesi
D) Değişen çevreye uyumlu birey oluşumu
E) Farklı genetik bilgiye sahip yavru oluşumu

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları geri dönerek tekrarlayınız.

2. ÜNİTE

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

1. BÖLÜM: KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK



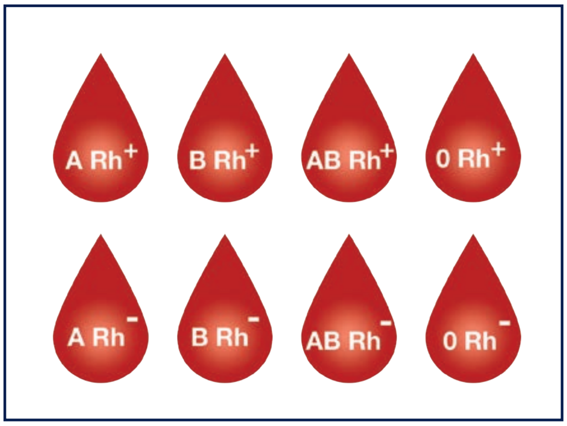
1. BÖLÜM

KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

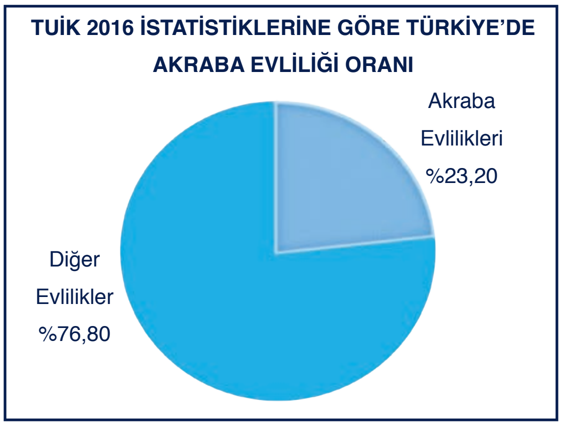
ANAHTAR KAVRAMLAR

- Alel
- Biyolojik çeşitlilik
- Dihibrit
- Dominant
- Eş baskınlık
- Eşeye bağlı kalıtım
- Fenotip
- Gen
- Genotip
- Gonozom
- Hemofili
- Heterozigot
- Homozigot
- Monohibrit
- Mutasyon
- Otozom
- Punnett karesi
- Rekombinasyon
- Renk körlüğü
- Resesif
- Soyağacı
- Varyasyon

HAZIR MISINIZ?



○ Aile bireyleriniz ve siz hangi kan grubuna sahipsiniz?


TUİK 2016 İSTATİSTİKLERİNE GÖRE TÜRKİYE'DE AKRABA EVLİLİĞİ ORANI

○ Akraba evlilikleri sonucu doğan çocukların sağlığında ne gibi riskler oluşabilir?

○ Ebeveynlerinize tıpatıp benzememenizin nedenleri neler olabilir?

○ Ten rengimizin oluşmasını sağlayan etkenler sizce hücrelerimizde nerede bulunmaktadır?

1. BÖLÜM

KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

"1860'lı yıllarda bilim insanı Gregor Mendel'in (Gıregor Mendel) bezelyeler üzerinde yaptığı melezleme çalışmaları, kalıtım ile ilgili yapılan ilk bilimsel çalışmalar arasında yer alır. 1902 yılında Walter Stanborough Sutton (Voltır Stenburu Satın) ve Thedor Boveri (Teodor Boveri), Mendel'in kalıtım faktörü dediği genlerin kromozomlar üzerinde bulunduğunu ve onlarla birlikte taşındığını ortaya koymuştur. 1990'lı yıllarda başlatılan İnsan Genom Projesi 2003'te tamamlanmıştır. Projenin amacı, genlerin dizilimini bulmak ve genleri haritalandırmaktır.

Bu ünitede; kalıtım birimi olan genlerin dölden döle nasıl aktarıldığını, birbirleriyle ve çevreyle etkileşimini kavrayacaksınız. Mendel ilkelerini, çaprazlama kurallarını, eşeyin belirlenmesinde kromozomların rol oynadığını ve bazı özelliklerin eşeye bağlı olarak kalıtıldığını öğreneceksiniz. Akraba evliliklerinin bazı kalıtsal hastalıkların görülme olasılığını artırdığını fark edeceksiniz. Varyasyonlara ve biyolojik çeşitliliğe yol açan faktörlerin canlıların genotiplerindeki farklılıklardan kaynaklandığını öğreneceksiniz."

2.1. KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

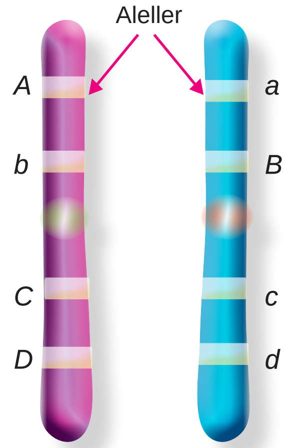
2.1.1. KALITIMIN GENEL ESASLARI

Canlıların sahip oldukları özelliklerin dölden döle aktarılmasına **kalıtım** adı verilir. Ebeveynlerden (ana baba) oğul döllere genlerle aktarılan özelliklere **kalıtsal özellikler** denir. Kalıtsal özellikler, canlılar arasında benzerlik ve farklılıkların ortaya çıkmasını sağlar. Kalıtsal özelliklerin nasıl ortaya çıktığını, oğul döllere nasıl aktarıldığını, genlerin yapısını ve işleyişini inceleyen bilim dalına **genetik** (kalıtım bilimi) adı verilir. Mendel genetiğini kavrayabilmek için kalıtımla ilgili bazı terimlerin bilinmesi gerekmektedir.

Canlılar arasında çeşitlilik gösteren, dölden döle aktarılabilen ve bireylerin sahip olduğu niteliklerin her biri **karakter** olarak adlandırılır. İnsanda saç ve göz rengi; bezelyelerde tohum şekli, çiçek rengi karaktere örnek verilebilir. Bir karakterin her bir farklı tipine **özellik** denir. Saç renginin siyah ya da sarı, göz renginin ela ya da yeşil olması özelliğe örnek olarak verilebilir.

Genler; DNA üzerinde yer alan, belirli bir kalıtsal özellik şifreleyen birimlerdir. Eşeyli üreyen canlılarda, üreme ana hücreleri genellikle mayoz geçirir ve genlerin gametlere dağılımı sağlanır. Döllenme ile yeni canlıya taşınan genlerin tamamına **genotip** denir. Ebeveynlere ait özellikler döllenme ile oğul bireylere geçmiş olur.

Eşeyli üreyen canlıların vücut hücreleri, biri anneden diğeri babadan gelen toplam iki takım kromozoma sahipse **2n** ile gösterilir. 2n kromozomlu bu hücrelere **diploit hücre** denir. Diploit hücrelerde homolog kromozomlar çiftler hâlinde bulunur. Homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında yer alan, biri anneden diğeri babadan gelen ve aynı karakter üzerinde etkili olan gen çeşitlerinin her birine **alel** adı verilir (Görsel 2.1). Bezelyede çiçek renginden sorumlu bir gen bulunur. Bu genin, çiçek renginin beyaz ya da mor olmasından sorumlu iki farklı aleli bulunur. Bir genin farklı alelleri aynı harfin büyüğü ya da küçüğü ile sembolize edilir.



Görsel 2.1: Aleller

Homolog kromozomlar üzerindeki aleller birbirinin aynı (*AA, aa*) ya da birbirinden farklı (*Aa*) olabilir. Genellikle diploit canlıda bir karakter iki alelle belirlenir. Herhangi bir anormallik yoksa aleller aynı kromozom üzerinde bulunmaz.

Karekod 2.1: Kalıtımın temel kavramları

Bir karakterle ilgili genin aynı alellerine sahip canlılara **homozigot** (arı döl/saf döl) adı verilir. Homozigot bireyler ebeveynlerinden aynı alelleri almıştır. Bezelyelerde, tohum şekli karakterinde yuvarlak tohum (*D*) ve buruşuk tohum (*d*) olmak üzere iki özellik vardır. Homozigot yuvarlak tohumlu bezelyenin genotipi ***DD*** ile homozigot buruşuk tohumlu bezelyenin genotipi ***dd*** ile gösterilir (Görsel 2.2). Homozigot bireyler mayozla tek çeşit gamet oluşturur.

Bir karakterle ilgili genin farklı alellerine sahip canlılara **heterozigot** (melez döl/hibrit) adı verilir. Heterozigot bireyler ebeveynlerinden farklı aleller almıştır. Bezelyelerde heterozigot yuvarlak tohumlu bezelye genotipi ***Dd*** ile gösterilir (Görsel 2.3). Heterozigot bireyler mayozla iki çeşit gamet oluşturur.

Homozigot Yuvarlak Tohumlu Bezelye
DD
Homozigot Buruşuk Tohumlu Bezelye
dd

Görsel 2.2: Homozigot bezelyeler

Heterozigot Yuvarlak Tohumlu Bezelye
Dd

Görsel 2.3: Heterozigot bezelye

Canlının dış görünüşünde, gözlenebilen ya da ölçülebilen özellikler **fenotip** olarak adlandırılır. Fenotip, etkisini gösteren genin harfiyle ifade edilir. ***DD*** ve ***Dd*** genotipli bezelyelerin fenotipi yuvarlaktır ve ***D*** ile gösterilir. ***dd*** genotipli bezelyelerin fenotipi buruşuktur ve ***d*** ile gösterilir. Göz rengi, kan grubu, renk körlüğü gibi fenotipik özelliklerin bazıları sadece genlerin etkisiyle; bazı fenotipik özellikler ise hem genlerin hem çevrenin etkisiyle meydana gelir. Çevre şartları (ısı, ışık, nem, ilaçlar gibi) genlerin işleyişinde değişiklikler yapar (modifikasyon) ancak genin yapısında bir değişiklik olmaz. İnsanda zekâ, boy uzunluğu, derinin bronzlaşması gibi özellikler bu duruma örnek verilebilir.

Heterozigot durumda canlının fenotipinde etkisini gösteren aleline **baskın alel** (dominant/başat alel) denir ve büyük harf ile gösterilir (*A, B, C, D, E,* ...). Diploit hücrelerde sadece homozigot hâlde fenotipte etkisini gösteren alele **çekinik alel** (resesif alel) denir. Çekinik alel, baskın alelin varlığında fenotipte etkisini gösteremez ve küçük harf ile gösterilir (*a, b, c, d, e,* ...).

Baskın fenotipli bireylerin genotipi homozigot (*AA*) ya da heterozigot (*Aa*) olabilir. Çekinik fenotipli bireylerin genotipleri homozigottur (*aa*).

Olasılık İlkeleri

Mendel’in bezelyelerle yaptığı çalışmalarda başarılı olmasını sağlayan faktörlerden birisi de olasılık ilkelerini doğru biçimde kullanmasıdır. Mendel’in kullandığı olasılık ilkeleri şunlardır:

1. Şansa bağlı bir olayın bir defa denenmesinden elde edilen sonuç, daha sonraki denemelerden elde edilen sonuçları etkilemez. Bağımsız olayların sonuçları da bağımsızdır. Örneğin madeni para havaya atıldığında tura gelme olasılığı ½, yazı gelme olasılığı da ½’dir. Aynı olay ne kadar denenirse denensin her defasında tura ve yazı gelme olasılığı yine ½’dir.
2. Şansa bağlı iki bağımsız olayın aynı anda gerçekleşme olasılığı, ayrı ayrı olma olasılıklarının çarpımına eşittir. Örneğin iki paranın ikisinin de aynı anda tura gelme olasılığı ½ x ½ = ¼’tür. (Tablo 2.1). Şansa bağlı bir olay iki ya da daha fazla yolla gerçekleşiyorsa bu olayın olma olasılığı bağımsız olma olasılıklarının toplamıdır. Örneğin aynı anda iki paradan birincinin tura ikincinin yazı gelme olasılığı ¼’tür. Birincinin yazı ikincinin tura gelme olasılığı da ¼’tür. Aynı anda iki paradan birinin yazı diğerinin tura gelme olasılığı ise ¼ + ¼= $^{2}/_{4}$’tür.

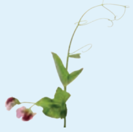
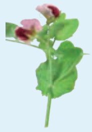
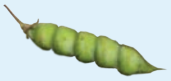
Tablo 2.1: Olasılık Tablosu

		Birinci Paranın Olasılıkları	
		Tura ½ 	**Yazı** ½
İkinci Paranın Olasılıkları	**Tura** ½ 	**Tura - Tura** ¼	**Yazı - Tura** ¼
	Yazı ½ 	**Tura - Yazı** ¼	**Yazı - Yazı** ¼

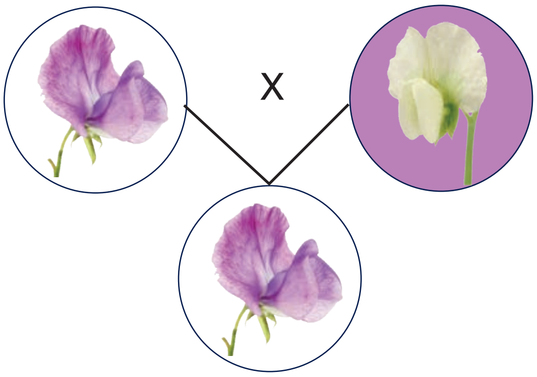
Mendel İlkeleri ve Uygulamaları

Mendel genetikle ilgili çalışmalarında bezelye bitkisini seçmiştir. Bezelyelerde yedi farklı karakter tespit etmiştir. Mendel'in çalışmalarında bezelyeleri seçmesi ona birçok açıdan avantaj sağlamıştır. Bezelyeler karakter bakımından kolay ayırt edilebilen özelliklere sahip, kolay yetiştirilebilen, kısa zamanda döl veren ve kendi kendine tozlaşabilen bitkilerdir. Çiçek rengi için mor ve beyaz renkli çiçekler, tohum rengi için sarı ve yeşil tohumlar, tohum şekli için düzgün ve buruşuk tohumlar bezelyelerde kullanılan karakter ve özelliklere örnek olarak verilebilir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2: Bezelyelerde Karakterler ve Özellikler

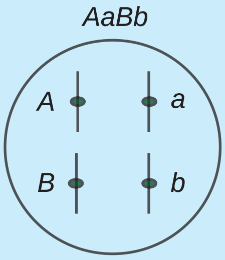
KARAKTER	BASKIN ÖZELLİK	ÇEKİNİK ÖZELLİK
Çiçek Rengi	Mor	Beyaz
Çiçek Konumu	Yanda 	Uçta 
Tohum Rengi	Sarı	Yeşil
Tohum Biçimi	Yuvarlak	Buruşuk
Tohum Zarfı Biçimi	Şişkin	Boğumlu 
Tohum Zarfı Rengi	Yeşil	Sarı
Gövde Uzunluğu	Uzun	Kısa

Bezelye çiçeklerinde hem erkek hem de dişi organ bulunduğu için bezelye çiçekleri kendi kendini dölleyebilir ve bu sayede arı döller oluşabilir. Ancak Mendel, çiçeklerin kendi kendini döllemesini önleyerek arı döllerin kendiliğinden oluşmasına engel olmuştur. Bir bezelyeden aldığı polenleri başka bir bezelyenin dişi organına taşıyarak çapraz döllenmeyi sağlamıştır. Böylece bir karakter bakımından farklı özellik gösteren iki birey arasında çapraz döllenme ile melez bireyler elde etmiştir. Örneğin mor ve beyaz çiçekli bezelyeler döllendiğinde yavruların tamamının mor renkli olduğunu görmüştür (Görsel 2.4).



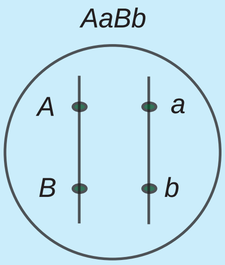
Görsel 2.4: Mor ve beyaz çiçekli bezelyelerin çaprazlanması

Mendel'in çalıştığı farklı karakterleri kontrol eden genler, farklı kromozomlarda yer alır. Karakterlere etki eden aleller farklı kromozomlar üzerinde ise bunlara **bağımsız gen** denir (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Bağımsız genler

Karakterlere etki eden aleller aynı kromozom üzerinde ise bunlara **bağlı gen** denir (Görsel 2.6). Bağlı genler, krossing over ve mutasyon yoksa mayozda birlikte hareket edip aynı gamete geçerler. Bu genler krossing over ile birbirinden ayrılabilir. Genler arasındaki mesafe ile krossing over meydana gelme olasılığı doğru orantılıdır. Bağlı genler birbirinden ne kadar uzak ise krossing over ile ayrılarak farklı gametlere gitme olasılığı o kadar yüksektir.



Görsel 2.6: Bağlı genler

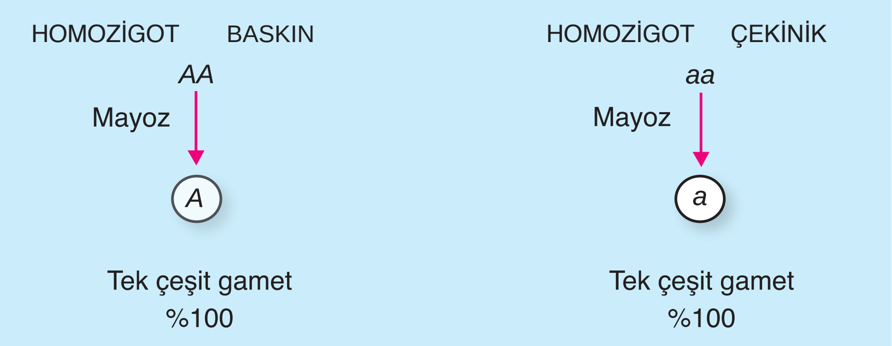
Alellerin Gametlere Taşınması

Eşeyli üreyen diploit canlılarda üreme ana hücrelerinden mayozla gametler oluşur. Gametlerde ana hücrenin yarısı kadar kromozom bulunur. Çünkü mayozda homolog kromozomlar birbirinden ayrılarak farklı gametlere taşınır. Kromozomlar ve alellerin hangi gamete taşınacağı şansa bağlıdır. Gametlerde homolog kromozomlardan yalnızca biri bulunduğundan her karakterle ilgili bir alel vardır.

Canlıların özellikleri taşıdıkları genlerin kontrolünde ortaya çıktığı için mayozda alellerin gametlere taşınması olasılık ilkeleriyle hesaplanmaktadır. Homozigot genotipli *(AA)* bireyde *A* alelinin gametlere taşınma olasılığı %100 iken heterozigot genotipli (*Aa*) bireyde *A* ve *a* alelinin gametlere taşınma olasılığı %50 *A*, %50 *a*'dır. Mendel ilkelerini öğrenmek için döllenmede kullanılan gamet çeşitlerinin oluşumunu iyi kavramak gerekir.

1. Homozigot Alellerin Gametlere Taşınması

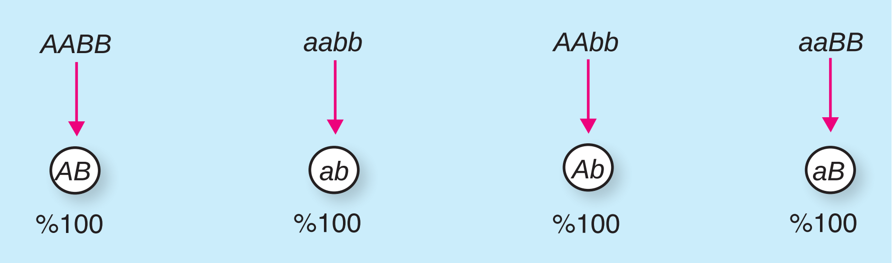
Bir ya da daha fazla karakter bakımından homozigot genotipli bireyler mayozla tek çeşit gamet oluşturur. Homozigot karakter sayısı gamet çeşitliliğini değiştirmez. *AA* , *aa* genotipli bireylerin oluşturacağı gametler tek çeşittir (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: Homozigot bir karakterin gametleri

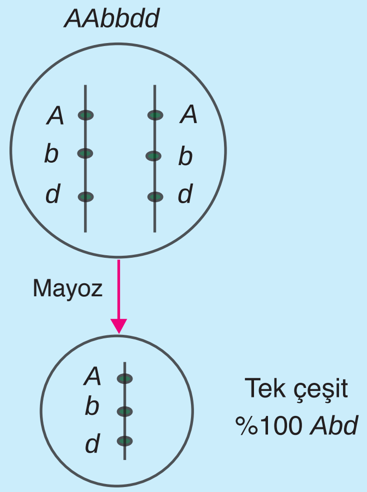
Oluşabilecek gamet çeşidi sayısı 2^n ile hesaplanır. n heterozigot karakter sayısıdır.

AABB , aabb, AAbb, aaBB genotipli bireylerin oluşturacağı gametler tek çeşittir (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Bağımsız homozigot iki karakterin gametleri

Bağlı genler iki ya da daha fazla karakter bakımından homozigot ise tek çeşit gamet oluşturur (Görsel 2.9).

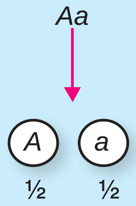

AAbbdd
A
b
d
A
b
d
Mayoz
A
b
d
Tek çeşit
%100 Abd

Görsel 2.9: Bağlı üç homozigot karakterin gametleri

2. Heterozigot Alellerin Gametlere Taşınması

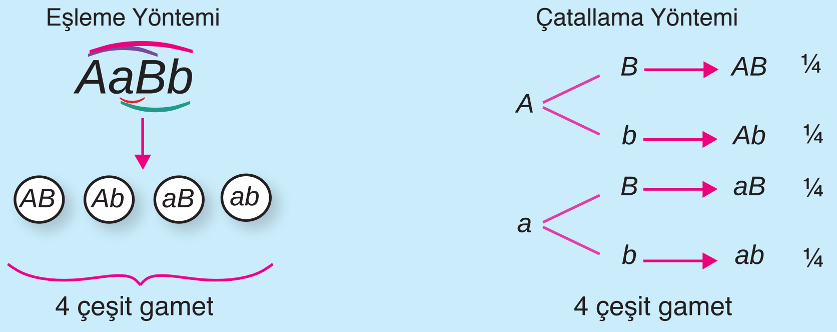
Bireylerin oluşturabileceği gamet çeşidi sayısı bulunurken 2n formülünden yararlanılabilir. n; heterozigot karakter sayısını ifade eder. *Aa* genotipli bireylerin oluşturacağı gametler iki çeşittir (Görsel 2.10).

Aa genotipli bireyin gamet çeşidi,
$2^n = 2^1 = 2$ çeşit gamet oluşur.



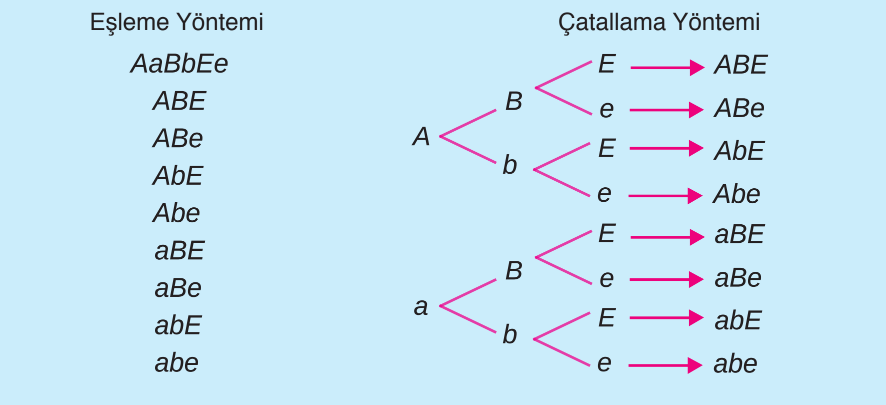
Görsel 2.10: Bağımsız heterozigot genotipli karakterin gametleri

AaBb genotipli bireylerin oluşturacağı gametler dört çeşittir (n=2). *AaBb* genotipli bireylerden $2^n = 2^2 = 4$ çeşit gamet oluşur (Görsel 2.11). Oluşma oranları ¼ *AB*, ¼ *Ab*, ¼ *aB*, ¼ *ab*’dir.


Eşleme Yöntemi
AaBb
AB
Ab
aB
ab
4 çeşit gamet
Çatallama Yöntemi
A
B
AB
¼
b
Ab
¼
a
B
aB
¼
b
ab
¼
4 çeşit gamet

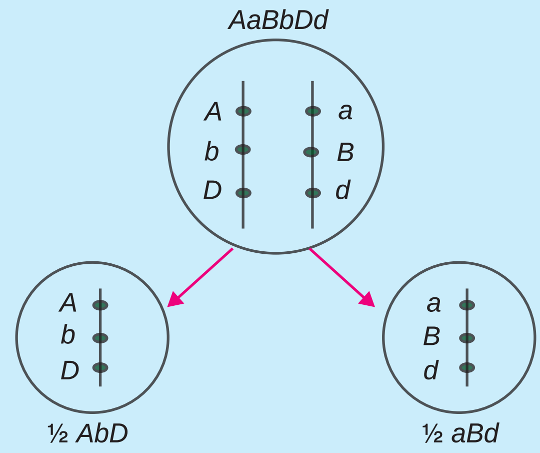
Görsel 2.11: Bağımsız heterozigot iki karakterin gametleri

AaBbEe genotipli olan bireyler sekiz çeşit gamet oluşturur (n=3) (Görsel 2.12).
Gamet çeşidi sayısı $2^n = 2^3 = 8$'dir.


Eşleme Yöntemi
AaBbEe
ABE
ABe
AbE
Abe
aBE
aBe
abE
abe
Çatallama Yöntemi
A
B
b
a
B
b
E
e
E
e
E
e
E
e
ABE
ABe
AbE
Abe
aBE
aBe
abE
abe

Görsel 2.12: Bağımsız heterozigot üç karakterin gametleri

Bağlı genler iki ya da daha fazla karakter bakımından heterozigot ise ve aralarında krossing over meydana gelmemişse iki çeşit gamet oluşturur (Görsel 2.13). *AaBbDd* genotipli bireyde *A*,*b* ve *D* genleri bağlıdır. *AbD* ve *aBd* genotipli 2 çeşit gamet oluşur.


AaBbDd
A
b
D
a
B
d
A
b
D
a
B
d
½ AbD
½ aBd

Görsel 2.13: Bağlı üç heterozigot karakterin gametleri

DİKKAT

Mendel yasaları, bağımsız genler için geçerlidir. Genetik problemlerinde aksi belirtilmedikçe genlerin bağımsız olduğu varsayılır. Bağlı gen varsa ayrıca belirtilir.

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

1 Bir canlıya ait beş genin alelleri *AABbddEeff* şeklindedir. **Buna göre**

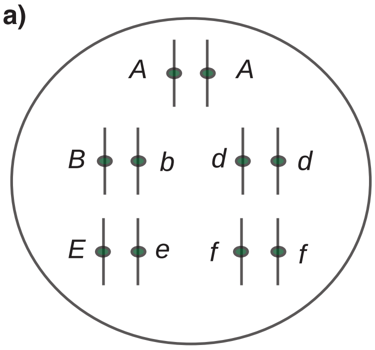
a) Bu canlıya ait kromozom ve genlerin diploit hücresindeki şeklini gösteriniz.

b) Bu canlı kaç çeşit gamet oluşturabilir ve bu canlının gametleri nelerdir?

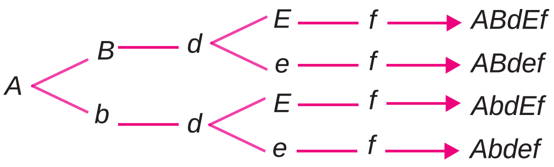
c) Bu canlının *AbdEf* genotipli gamet oluşturma olasılığı kaçtır?

ÇÖZÜM

a)



b) $2^n = 2^2 =$ 4 çeşit gamet oluşturabilir.



Gametler: *ABdEf*, *ABdef*, *AbdEf*, *Abdef*

c) *AABbddEeff* genotipli bireyden
AbdEf gameti oluşma olasılığı,
Ⓐ ⓑ ⓓ Ⓔ ⓕ
↓ ↓ ↓ ↓ ↓
1 x ½ x 1 x ½ x 1 = ¼'tür.

2 *AaBbddKkMmnn* genotipli bireyde *K* ve *M* bağlı genlerdir. **Buna göre**

a) Hücredeki kromozomlar üzerinde alellerin dizilişini çizerek gösteriniz.

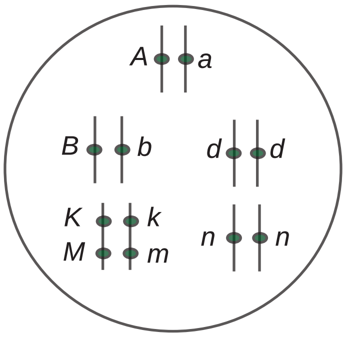
b) Kaç çeşit gamet oluşabilir?

c) *aBdkmn* genotipli gamet oluşma olasılığı kaçtır?

ç) *abdkmn* genotipli gamet oluşma olasılığı kaçtır?

ÇÖZÜM

a)



b) n = 3, $2^3 = 8$ çeşit gamet oluşturabilir.

c) *aBdkmn* genotipli gametin oluşma olasılığı,
ⓐ Ⓑ ⓓ (km) ⓝ
↓ ↓ ↓ ↓ ↓
½ x ½ x 1 x ½ x 1= ⅛'dir.

ç) *abdkmn* genotipli gametin oluşma olasılığı,
ⓐ ⓑ ⓓ (km) ⓝ
↓ ↓ ↓ ↓ ↓
½ x ½ x 1 x ½ x 1= ⅛'dir.

ALIŞTIRMALAR

1. ***AABBEE, aabbEE, AAbbEE*** ve ***AAbbee*** **genotipli bireylerin oluşturabileceği gametleri bulunuz.**

2. ***AABb, AaBB, Aabb ve aaBb*** **genotipli bireylerin oluşturabileceği gametleri bulunuz.**

3. a) ***AaBbEeFf*** **genotipli bireyin fenotipini bulunuz.**

....

b) Abef fenotipli bireyin olası genotiplerini bulunuz.

....

....

4. ***AaBbEE*** **ve** ***aaBbEe*** **genotipli bireylerin oluşturabileceği gametleri bulunuz.**

5. ***AABbDdEEFf*** **genotipli bireyin anne ve babasının olası genotiplerinden birini bulunuz.**

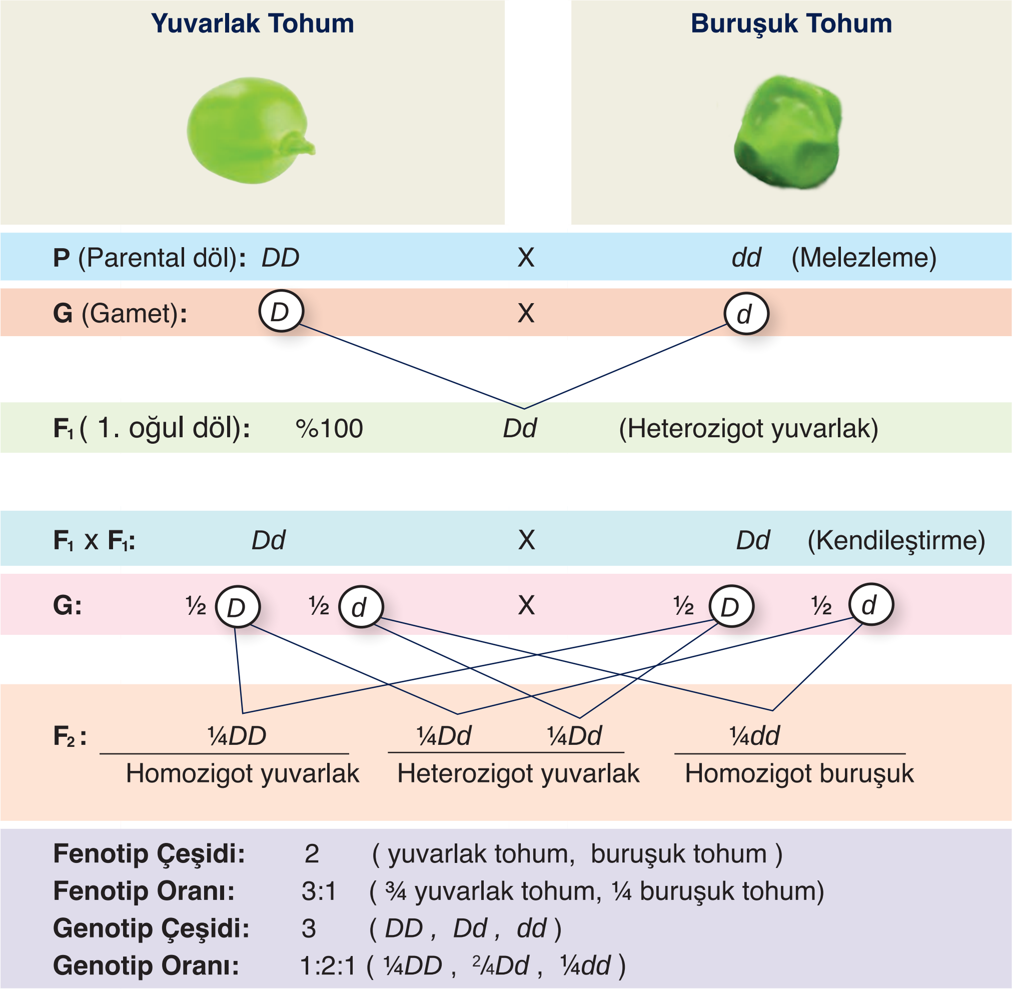
6. *AaBbDdee* genotipli bir canlıda *A* ve *D* genleri bağlı diğerleri bağımsızdır.
Krossing over yoksa bu canlının oluşturabileceği gametleri bulunuz.

Monohibrit Çaprazlama

Karakterler göz önününe alınarak iki bireyden gelen gametlerin birleştirilme işlemine **çaprazlama** adı verilir. Çaprazlanan ebeveynlere **parental döl** (atasal döl/P dölü), yavrularına **F_1 dölü** (filial/oğul döl) denir. F_1 dölünde elde edilen heterozigot genotipli bireylere **monohibrit** adı verilir. İki monohibrit bireyin çaprazlanmasına **monohibrit çaprazlama** denir. F_1 dölünün kendi arasında çaprazlanmasıyla oluşan kuşağa **F_2 dölü** denir. Mendel, tüm özellikleri taşıyan ilk üç kuşağı (**P**, **F_1** ve **F_2**) izlemiş ve tüm sonuçları kayıt altına almıştır.

Mendel, bir karakter için farklı fenotipte homozigot bezelyeleri çaprazlayarak F_1 dölünü elde etmiştir. Örneğin tohum şekli bakımından homozigot yuvarlak (*DD*) ve buruşuk *(dd)* tohumlu bezelyeler çaprazlandığında heterozigot yuvarlak (*Dd*) tohumlu bezelyeler (F_1) oluşmuştur (melezleme). Mendel, F_1 dölünün bütün bireylerinin heterozigot (*Dd*) olup birbirine benzediğini tespit etmiş olup buna **benzerlik ilkesi** demiştir.

Bireyin kendi genotipindeki bir bireyle çaprazlanmasına **kendileştirme** denir. F_1 bireylerinin kendileştirilmesi ile **F_2** dölü elde edilir (Görsel 2.14).



P (Parental döl): *DD* X *dd* (Melezleme)

G (Gamet): *D* X *d*

F_1 (1. oğul döl): %100 *Dd* (Heterozigot yuvarlak)

F_1 x F_1: *Dd* X *Dd* (Kendileştirme)

G: ½ *D* ½ *d* X ½ *D* ½ *d*

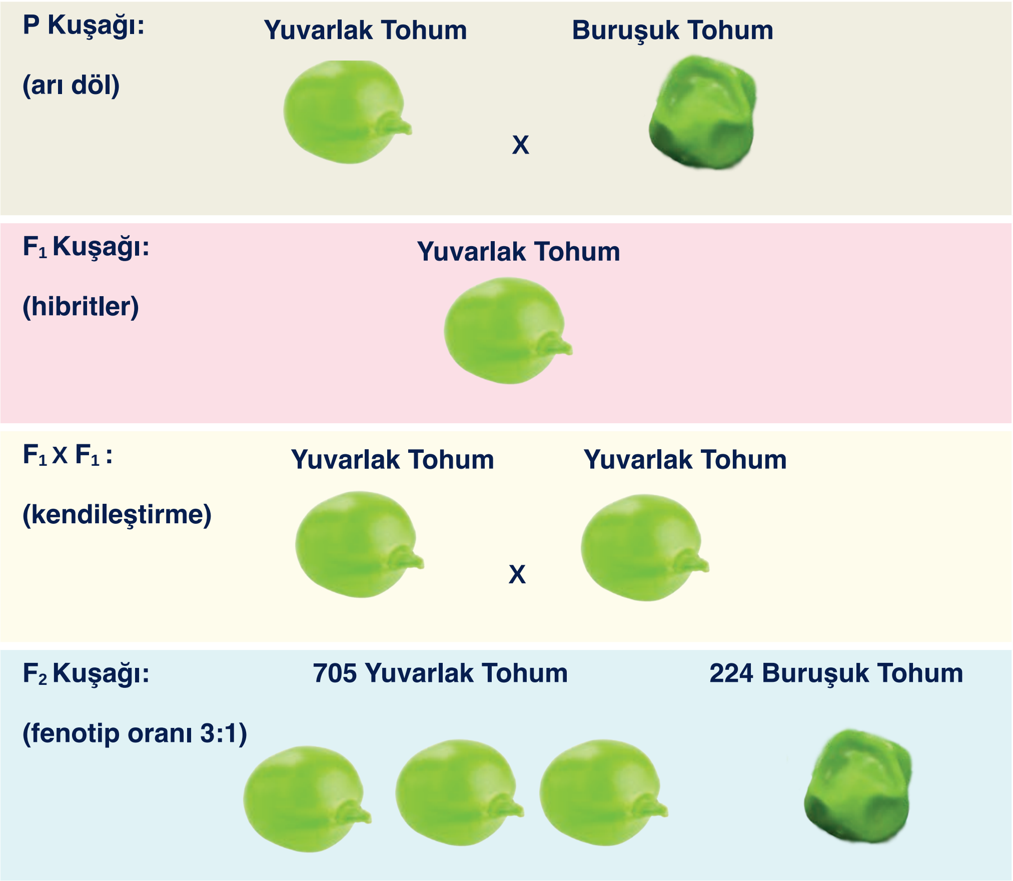
F_2 : ¼*DD* ¼*Dd* ¼*Dd* ¼*dd*

Homozigot yuvarlak Heterozigot yuvarlak Homozigot buruşuk

Fenotip Çeşidi: 2 (yuvarlak tohum, buruşuk tohum)
Fenotip Oranı: 3:1 (¾ yuvarlak tohum, ¼ buruşuk tohum)
Genotip Çeşidi: 3 (*DD* , *Dd* , *dd*)
Genotip Oranı: 1:2:1 (¼*DD* , $^{2}/_{4}$*Dd* , ¼*dd*)

Görsel 2.14: Monohibrit çaprazlama

Elde edilen F_2 dölünün 705'inin yuvarlak, 224'ünün buruşuk tohumlu bezelyelerden oluştuğu görülmüştür (Görsel 2.15). Bu sayılardan yaklaşık ¾'ü yuvarlak tohumlu, ¼'ü buruşuk tohumludur. Yuvarlak tohumun buruşuk tohuma oranı 3:1'dir. F_2'deki genotip oranı ¼ homozigot baskın, $^2/_4$ heterozigot, ¼ homozigot çekiniktir. Diğer karakterler için aynı çaprazlamalar yapıldığında F_2 dölünün fenotip oranının yaklaşık olarak 3:1 olduğu ve genotip oranının yaklaşık 1:2:1 olduğu görülmüştür.


P Kuşağı:
(arı döl)
Yuvarlak Tohum
Buruşuk Tohum
X
F₁ Kuşağı:
(hibritler)
Yuvarlak Tohum
F₁ X F₁ :
(kendileştirme)
Yuvarlak Tohum
Yuvarlak Tohum
X
F₂ Kuşağı:
(fenotip oranı 3:1)
705 Yuvarlak Tohum
224 Buruşuk Tohum

Görsel 2.15: Bir karakter bakımından monohibrit çaprazlama

Mendel, F_2'de elde ettiği fenotip sonuçlarına göre F_1'de gizli kalan çekinik özelliğin F_2'de ortaya çıktığını tespit etmiştir. Bir karaktere ait alellerden her biri eşit olasılıkla birbirinden ayrılır ve farklı gametlere giderler. Mendel, buna **ayrılma ilkesi** adını vermiştir.

Punnett (panıt) karesi yöntemi, genetik çaprazlama sonuçlarını tahmin etmede kullanılan bir diyagram yöntemidir. Punnett karesinde erkek bireyin gametleri yatay, dişi bireyin gametleri dikey sütunlara yazılarak diyagram doldurulur.

Yandaki tabloda Mendel'in yaptığı monohibrit çaprazlamanın Punnett karesinde gösterimi verilmiştir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3: Punnett Karesi

		Erkek Bireyin (*Dd*) Gametleri	
		Ⓓ	ⓓ
Dişi Bireyin (*Dd*)Gametleri	Ⓓ	*DD* *Yuvarlak*	*Dd* *Yuvarlak*
	ⓓ	*Dd* *Yuvarlak*	*dd* *Buruşuk*

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

1 Tohum rengi bakımından sarı tohumlu iki bezelyenin kendileştirilmesiyle sarı ve yeşil tohumlu bezelyeler oluşmaktadır. Sarı tohum aleli (*A*) yeşil tohum aleline (*a*) baskındır. Buna göre

a) Çaprazlanan bireylerin genotipini bulunuz.

b) F_1 dölünde sarı tohumlu bezelye oluşma olasılığı kaçtır?

c) Çaprazlama sonucunda F_1 dölünde heterozigot genotipli bireylerin oranı kaçtır?

ÇÖZÜM

a) Sarı tohumlu iki bezelyenin çaprazlanmasıyla yeşil tohumlu (*aa*) bezelyeler oluştuğuna göre ebeveynlerin her ikisi heterozigottur ve genotipleri *Aa* şeklindedir.

b)

	Sarı Tohum		Sarı Tohum
P:	***Aa***	**X**	***Aa***
G:	½ Ⓐ ½ ⓐ		½ Ⓐ ½ ⓐ
F Dölü:	¼ *AA* ¼ *Aa* ¼ *Aa*		¼ *aa*
Fenotip Oranı:	¾ Sarı		¼ Yeşil

Sarı tohumlu bezelye oluşma olasılığı ¾'tür.

c) F_1 dölünde oranlar ¼ *AA* , ¼ *Aa* , ¼ *Aa* , ¼ *aa* şeklindedir.
Heterozigot genotipli (*Aa*) bireylerin oranı $^{2}/_{4}$'tür.

2 Bezelyelerde uzun gövde aleli (*D*) kısa gövde aleline (*d*) baskındır. Kısa gövdeli bezelye ile uzun gövdeli bezelyenin çaprazlanmasından elde edilen F_1 dölünde kısa gövdeli bezelyeler oluştuğuna göre

a) Ebeveynlerin genotiplerini yazınız.

b) F_1 dölünde uzun gövdeli bezelye oluşma olasılığı kaçtır?

c) F_1 dölünde kısa gövdeli bezelye oluşma olasılığı kaçtır?

ÇÖZÜM

a) Uzun gövdeli ve kısa gövdeli iki bezelyenin çaprazlanmasıyla kısa gövdeli (*dd*) bezelyeler oluştuğuna göre uzun gövdeli ebeveyn heterozigottur ve genotipi (*Dd*) şeklindedir. Kısa gövdeli bezelye ise (*dd*) şeklindedir.

	Uzun Gövdeli		Kısa Gövdeli
P:	*Dd*	**X**	*dd*
G:	½ Ⓓ ½ ⓓ		1 ⓓ
F_1:	½ *Dd* (uzun)		½ *dd* (kısa)

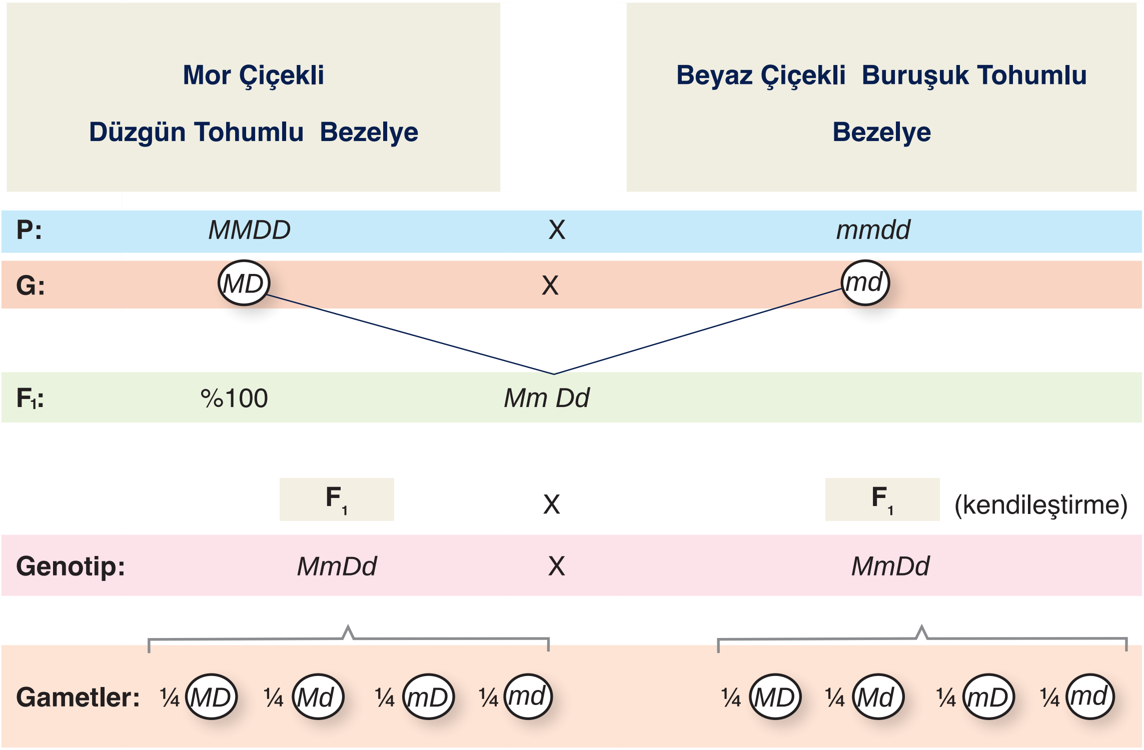
b) Uzun gövdeli bezelye (*Dd*) oluşma olasılığı ½'dir.

c) Kısa gövdeli bezelye (*dd*) oluşma olasılığı ½'dir.

Dihibrit Çaprazlama

İki karakter bakımından heterozigot genotipe sahip bireyler **dihibrit** olarak adlandırılır. İki karakter bakımından heterozigot olan bireyler arasında yapılan çaprazlamaya **dihibrit çaprazlama** denir. Dihibrit çaprazlamaya örnek olarak bezelyelerde çiçek rengi ve tohum şekli karakterleri verilebilir. Çiçek rengi karakterine ait mor çiçek aleli ***M***, beyaz çiçek aleli ***m***; tohum şekli karakterinde yuvarlak tohum aleli ***D***, buruşuk tohum aleli ***d*** ile gösterilebilir. Homozigot mor çiçekli ve yuvarlak tohumlu (*MMDD* genotipli) bezelye ile homozigot beyaz çiçekli ve buruşuk tohumlu (*mmdd* genotipli) bezelye çaprazlandığında oluşan F_1 dölünün mor çiçekli ve yuvarlak tohumlu (*MmDd*) olduğu görülmüştür. F_1 dölünün kendileştirilmesiyle oluşan F_2 dölündeki 553 bezelyenin 310'unun mor yuvarlak, 105'inin mor buruşuk, 104'ünün beyaz yuvarlak ve 34'ünün beyaz buruşuk tohumlu olduğu görülmüştür. F_2'deki bezelyelerin yaklaşık olarak $^{9}/_{16}$'sı (310/553) mor yuvarlak, $^{3}/_{16}$'sı (105/553) mor buruşuk, $^{3}/_{16}$'sı (104/553) beyaz yuvarlak, $^{1}/_{16}$'sı (34/553) beyaz buruşuk tohumludur.

Mendel elde ettiği bu sonuçları değerlendirerek dihibrit çaprazlamada fenotip oranının 9:3:3:1 olduğunu belirlemiştir. Mendel F_2' deki bu sonuçları değerlendirerek **bağımsız açılım** ilkesini ortaya koymuştur. Bu ilkeye göre farklı karakterlerin alelleri gametlere birbirlerinden bağımsız dağılırlar. Bu nedenle özelliklerin ortaya çıkardığı fenotipler yeni bireylerde tahmin edilen oranlarda ortaya çıkar. F_1 dölündeki heterozigot bezelyeler (*MmDd*) mayozla ¼ *MD*, ¼ *Md*, ¼ *mD*, ¼ *md* şeklinde 4 çeşit gamet oluşturur (Görsel 2.16).


Mor Çiçekli Düzgün Tohumlu Bezelye
Beyaz Çiçekli Buruşuk Tohumlu Bezelye
P: MMDD X mmdd
G: MD X md
F₁: %100 Mm Dd
F₁ X F₁ (kendileştirme)
Genotip: MmDd X MmDd
Gametler: ¼ MD ¼ Md ¼ mD ¼ md ¼ MD ¼ Md ¼ mD ¼ md

Görsel 2.16: Dihibrit çaprazlama

Karekod 2.2: Çaprazlama videosu

Dihibrit çaprazlamada F_1 dölünden elde edilen gametler Punnett karesine yerleştirilir. Punnett karesine yerleştirilen gametler çaprazlanarak F_2 dölü elde edilir. (Tablo 2.4).

Tablo 2.4: Gametlerin Punnett Karesinde Gösterilmesi

Punnett Karesi		**♂ Erkek Gametler**			
		¼ **MD**	¼ **Md**	¼ **mD**	¼ **md**
♀ Dişi Gametler	¼ **MD**	*MMDD*	*MMDd*	*MmDD*	*MmDd*
	¼ **Md**	*MMDd*	*MMdd*	*MmDd*	*Mmdd*
	¼ **mD**	*MmDD*	*MmDd*	*mmDD*	*mmDd*
	¼ **md**	*MmDd*	*Mmdd*	*mmDd*	*mmdd*

9/16 (M_D_) : Mor - Düzgün

3/16 (M_dd) : Mor - Buruşuk

3/16 (mmD_) : Beyaz - Düzgün

1/16 (mmdd) : Beyaz - Buruşuk

Dihibrit çaprazlamalarda 4 çeşit fenotip oluşur ve fenotip oranı 9:3:3:1'dir. Monohibrit ve dihibrit çaprazlamanın bütün fenotip ve genotip çeşitliliği olasılığın 2. ilkesi uygulanarak önceden tahmin edilebilir (Tablo 2.5).

Tablo 2.5: Monohibrit ve Dihibrit Çaprazlamalarda Fenotip, Genotip Çeşitleri ve Oranları

	Monohibrit Çaprazlama	**Dihibrit Çaprazlama**
Fenotip Çeşidi	2	4
Fenotip Oranı	3:1	9:3:3:1
Genotip Çeşidi	3	9
Genotip Oranı	1:2:1	(1:2:1) X (1:2:1) 1:2:1:2:4:2:1:2:1

! DİKKAT

Mendel genetiğine göre heterozigot karakter sayısı (n) bilindiğinde hibritlik derecesi kullanılarak F_1'in kendileştirilmesiyle meydana gelen F_2'de oluşacak
genotip çeşidi sayısı = 3^n ,
fenotip çeşidi sayısı = 2^n formülleri ile bulunabilir.

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

1 Heterozigot uzun gövdeli ve mor çiçekli iki bezelye çaprazlanıyor. Gövde uzunluğunu ve çiçek rengini kontrol eden genler farklı kromozomlarda yer almaktadır. Uzun gövde (*A*) kısa gövdeye (*a*), mor çiçek (*D*) beyaz çiçeğe (*d*) baskındır.

a) **Çaprazlama sonucunda kaç farklı fenotip oluşabilir?**

b) Kaç farklı genotip oluşabilir?

c) Baskın fenotipli bezelye oluşma olasılığı kaçtır?

ç) *AADd* genotipli bezelye oluşma olasılığı kaçtır?

d) Heterozigot uzun boylu ve heterozigot mor çiçekli bezelye oluşma olasılığını hesaplayınız.

e) İki bireyin mayoz ile oluşturabileceği gametler nelerdir? Gösteriniz.

ÇÖZÜM

a)

1. yol

P: ***Aa*** X ***Aa***
G: ½ (*A*) ½ (*a*) ½ (*A*) ½ (*a*)
F$_1$: ¼ *AA* ¼ *Aa* ¼ *Aa* ¼ *aa*
Fenotip oranı: ¾ A (uzun) ¼ a (kısa)
Fenotip çeşidi: 2
Genotip oranları: ¼ *AA* ²⁄₄ *Aa* ¼ *aa*
Genotip çeşidi: 3

P: ***Dd*** X ***Dd***
G: ½ (*D*) ½ (*d*) ½ (*D*) ½ (*d*)
F$_1$: ¼ *DD* ¼ *Dd* ¼ *Dd* ¼ *dd*
Fenotip oranı: ¾ D (mor) ¼ d (beyaz)
Fenotip çeşidi: 2
Genotip oranları: ¼ *DD* ²⁄₄ *Dd* ¼ *dd*
Genotip çeşidi: 3

Fenotip çeşidi 2 x 2 = 4 çeşit fenotip oluşabilir.

2. yol *AaDd X AaDd* çaprazlamasında bireylerde 2 karakter heterozigottur. Oluşabilecek fenotip çeşidi 2^n ile bulunur. n heterozigot karakter sayısıdır. $2^n = 2^2 = 4$ çeşit fenotip oluşabilir.

b)

1. yol Genotip çeşidi 3 x 3 = 9 çeşit genotip oluşabilir.

2. yol *AaDd X AaDd* çaprazlamasında bireylerde 2 karakter heterozigottur. Oluşabilecek genotip çeşidi 3^n ile bulunur. n heterozigot karakter sayısıdır.
$3^n = 3^2 = 9$ çeşit genotip oluşabilir.

c) Baskın fenotipli (uzun mor) oluşma olasılığı = ¾ uzun X ¾ mor = ⁹⁄₁₆ uzun mor

ç) *AADd* genotipli birey oluşma olasılığı = ¼ *AA* X ²⁄₄ *Dd* = ²⁄₁₆'dır.

d) Heterozigot uzun boylu mor çiçekli (*AaDd*) bezelye oluşma olasılığı; ²⁄₄ *Aa* X ²⁄₄ *Dd* = ⁴⁄₁₆'dır.

e)

uzun-mor , uzun-mor
P: ***AaDd*** , ***AaDd***
G: (*AD*) (*Ad*) (*aD*) (*ad*) (*AD*) (*Ad*) (*aD*) (*ad*)

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

2 Kıvırcık saçlı, kulak memesi ayrık erkek ile düz saçlı, kulak memesi bitişik kadın evleniyor. Düz saçlı, kulak memesi bitişik çocukları oluyor.

a) Anne ve babanın saç tipi ve kulak memesi bakımından genotipleri ne olmalıdır?

b) Düz saçlı, kulak memesi bitişik çocuğun dünyaya gelme olasılığını çaprazlama yaparak gösterip hesaplayınız.

[Kıvırcık saç (*K*) düz saç (*k*) üzerine, ayrık kulak memesi aleli (*N*) bitişik kulak memesi aleli (*n*) üzerine baskındır.]

ÇÖZÜM

a) Eğer baba baskın karakterler bakımından homozigot olsaydı çocukları çekinik özellikte olamayacaktı. Çekinik özellikler çocukta bulunduğuna göre baba heterozigot genotipli olmalıdır. Anne ve çocuk çekinik fenotipte olduğundan genotipi *kknn* olmalıdır.

BABA	ANNE	ÇOCUK
↓	↓	↓
KkNn	*kknn*	*kknn*

b)

1. yol

	♂ Kıvırcık saç		**♀ Düz saç**
P:	*Kk*	X	*kk*
G:	½ *K* ½ *k*	X	1 *k*
F:	½ *Kk*		½ *kk*

	♂ Ayrık kulak memesi		**♀ Bitişik kulak memesi**
P:	*Nn*	X	*nn*
G:	½ *N* ½ *n*	X	1 *n*
F:	½ *Nn*		½ *nn*

kk olma olasılığı ½, *nn* olma olasılığı ½ ⟶ ½ x ½ = ¼ (*kknn*) Düz saçlı, kulak memesi bitişik

2. yol

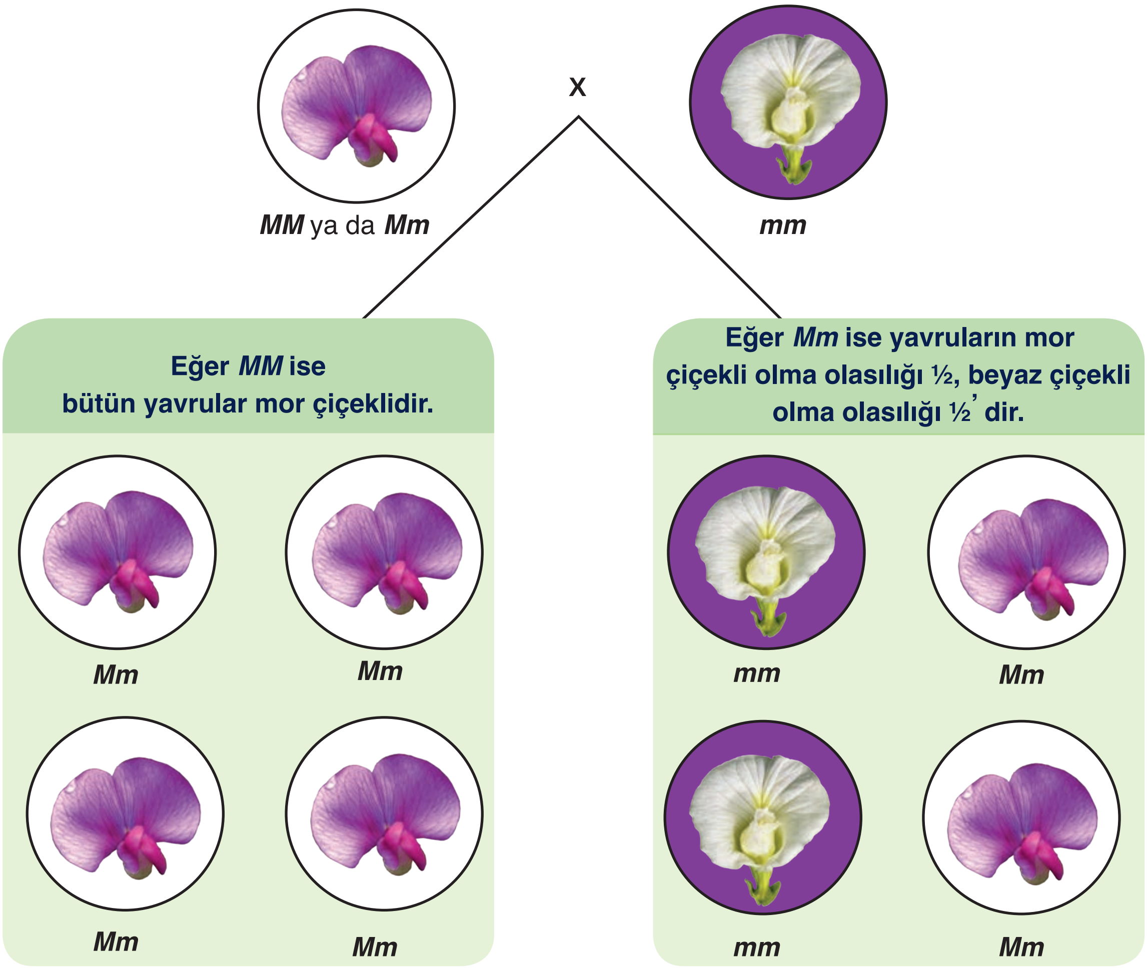
	♂ Kıvırcık saç Ayrık kulak memesi		**♀ Düz saç Bitişik kulak memesi**	
P:	*KkNn*	X	*kknn*	
G:	*KN* *Kn* *kN* *kn*		*kn*	
F dölü:	¼ *KkNn*	¼ *Kknn*	¼ *kkNn*	¼ *kknn*

Düz saçlı, kulak memesi bitişik (*kknn*) çocuk olma olasılığı ¼'tür.

Kontrol Çaprazlaması

Canlıları gözlemleyerek onların fenotipleri hakkında genel bilgi edinilebilir ancak genotipleri hakkında kesin bilgiye ulaşmak bazen zordur. Fenotipinde çekinik özelliği gösteren bireyin genotipi homozigot (*aa*), baskın özelliği gösteren bireyin genotipi homozigot (*AA*) ya da heterozigot (*Aa*) olabilir. Fenotipinde baskın özelliği gösteren genotipi bilinmeyen bireyin, genotipini öğrenmek amacıyla çekinik homozigot özelliği gösteren bireyle çaprazlanmasına **kontrol çaprazlaması** denir. Bu yöntem Mendel tarafından kullanılmıştır ve hâlen genetikçilerin önemli aracı olmaya devam etmektedir.

Kontrol çaprazlamasının sonucuna göre baskın özellik gösteren bireyin genotipi belirlenir. Mor çiçekli bir bezelyenin genotipi ***MM*** ya da ***Mm*** olabilir. Bunu öğrenmek için mor çiçekli bezelyeler ile beyaz çiçekli bezelyeler çaprazlanır. Beyaz çiçekli bezelyeler homozigot çekinik genlere (*mm*) sahiptir. Çaprazlama sonunda oluşan bireylerin tamamı mor çiçekli ise genotipi araştırılan birey büyük olasılıkla homozigottur (*MM*). Çaprazlama sonunda oluşan bireyler mor ve beyaz çiçekli ise genotipi araştırılan birey heterozigottur (*Mm*) (Görsel 2.17). Islah çalışmalarında seçilen canlıların genotipinin öğrenilmesi amacıyla yapılan uygulamalarda kontrol çaprazlaması önem arz etmektedir.


x
MM ya da Mm
mm
Eğer MM ise bütün yavrular mor çiçeklidir.
Mm
Mm
Mm
Mm
Eğer Mm ise yavruların mor çiçekli olma olasılığı ½, beyaz çiçekli olma olasılığı ½' dir.
mm
Mm
mm
Mm

Görsel 2.17: Kontrol çaprazlaması

ALIŞTIRMALAR

1. Yuvarlak tohum aleli (*A*) buruşuk tohum aleline (*a*) baskındır.
Yuvarlak tohumlu bir bezelye bitkisinin genotipinin heterozigot ya da homozigot olduğunu anlamak için yapılan uygulama ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.
a) Çaprazlanan bireylerin olası genotiplerini yazınız.

....
....

b) Olası çaprazlamaları gösteriniz ve sonuçları yorumlayınız.

2. Genotipi bilinmeyen baskın fenotipli erkek tavşan ile aynı karaktere ait homozigot çekinik genotipli dişi tavşanın çaprazlanması sonucu farklı zamanlarda 15 baskın fenotipli, 14 çekinik fenotipli yavrular oluşmuştur.
Bu durumu nasıl açıklarsınız?

....
....
....
....

3. ***ABCE* fenotipli bireyin genotipinin anlaşılabilmesi için hangi genotipli bireyle çaprazlanması gerekir? Nedenini açıklayınız.**

....
....
....
....

4. ***kmp* fenotipli birey bu karakterler açısından hangi genotipe sahip bireylerin kontrol çaprazlanmasında kullanılabilir? Muhtemel genotiplerden dört tanesini yazınız.**

....
....
....
....

Eş Baskınlık (Kodominans)

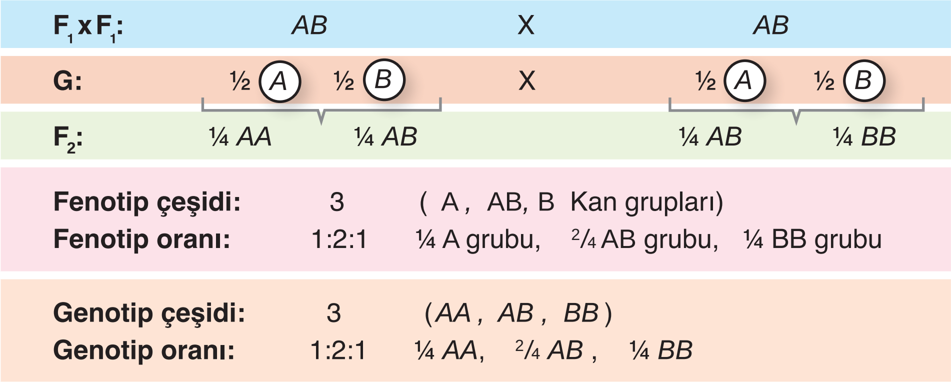
Mendel'in çalışmalarında tam baskınlık durumunda heterozigot genotipli bireylerin fenotipinde baskın özellik görülür. Eş baskınlıkta aleller birbirine baskınlık kuramadığından heterozigot bireylerin fenotipinde iki alelin etkisi birlikte görülür. Eş baskınlıkta heterozigot genotipli bireylerde her iki alel de fenotipi ayrı ayrı ve farklı olarak etkiler. Eş baskınlığa örnek olarak insanda *M* ve *N* genlerinin kontrol ettiği MN kan grubu, *A* ve *B* genlerinin kontrol ettiği AB kan grubu verilebilir.

MN kan grubu sisteminde M, N ve MN olmak üzere üç farklı kan grubu vardır. Bu gruplandırmada alyuvarların zarında bulunan M ve N antijenleri etkilidir. Bağışıklık tepkisine yol açarak antikor oluşumuna neden olan maddelere **antijen** denir. Alyuvar zarında sadece M antijeni taşıyan bireyler M kan grubuna, sadece N antijeni taşıyan bireyler N kan grubuna sahiptir. Alyuvar zarında M ve N antijenlerini birlikte taşıyan bireyler ise MN kan grubuna sahiptir (Tablo 2.6).

Tablo 2.6: MN Kan Grubunda Fenotip ve Genotipler

Fenotip	Genotip	Alyuvar Zarındaki Antijen
M	*MM*	M Antijeni
N	*NN*	N Antijeni
MN	*MN*	M ve N Antijeni

Eş baskınlığın olduğu monohibrit çaprazlamalarda fenotip ve genotip ayrışım oranı her zaman 1:2:1'dir. Fenotip çeşidi sayısı genotip çeşidi sayısına eşittir (Görsel 2.18).


$F_1 \times F_1$: AB X AB
G: ½ A ½ B X ½ A ½ B
F_2: ¼ AA ¼ AB ¼ AB ¼ BB
Fenotip çeşidi: 3 (A , AB, B Kan grupları)
Fenotip oranı: 1:2:1 ¼ A grubu, 2/4 AB grubu, ¼ BB grubu
Genotip çeşidi: 3 (AA , AB , BB)
Genotip oranı: 1:2:1 ¼ AA, 2/4 AB , ¼ BB

Görsel 2.18: Eş baskınlıkta fenotip genotip oranları

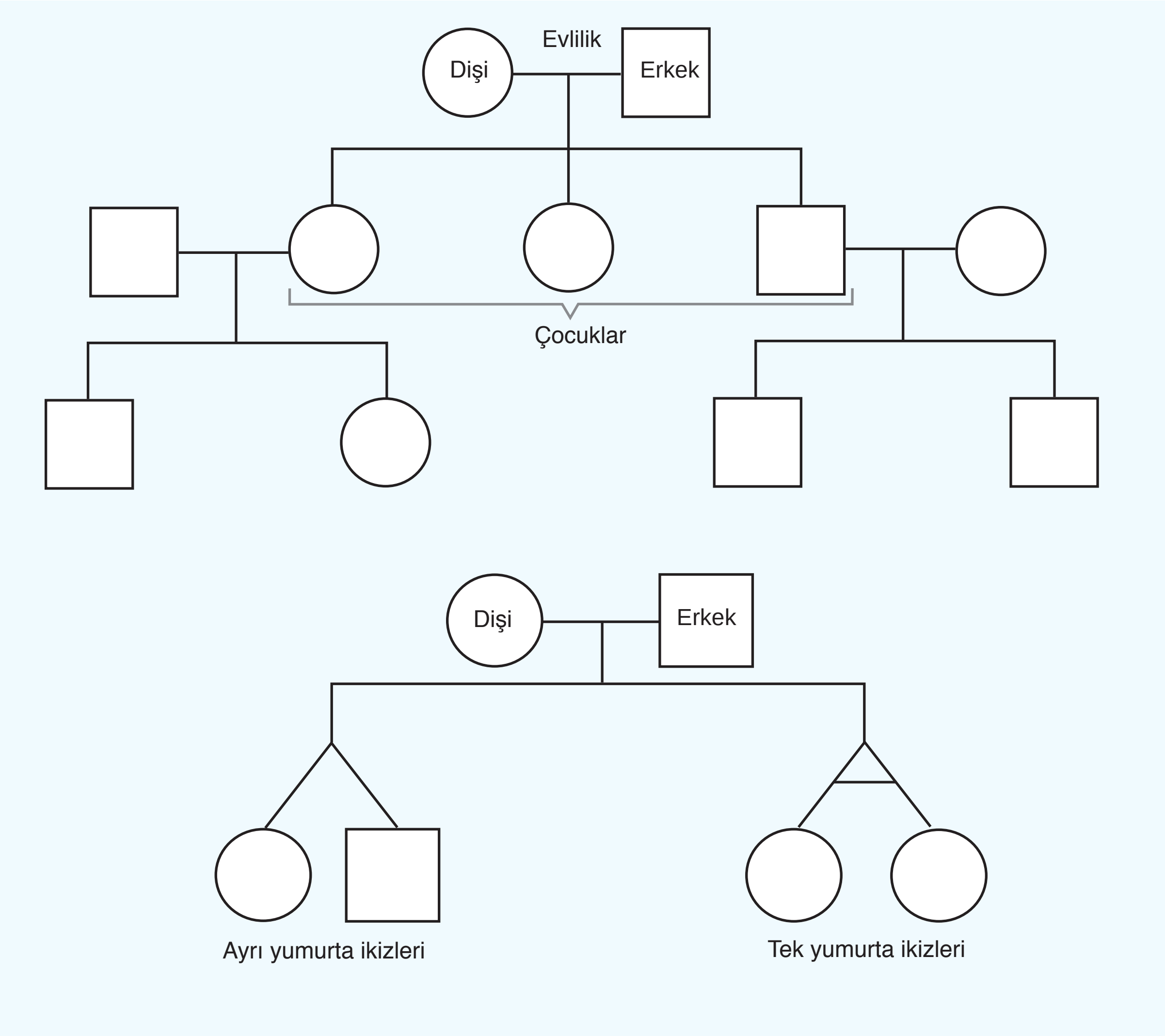
DİKKAT

Bir karakterin alelleri arasında eş baskınlık varsa kontrol çaprazlamasına gerek yoktur. Her genotip çeşidi farklı bir fenotip çeşidini oluşturur.

Soyağaçları

Bezelyeler, genetik çalışmalar için çok uygun canlılardır. Ancak insanlar için aynı durum geçerli değildir çünkü üreme zamanı, üreme sıklığı, yeni birey sayısı gibi özellikleri farklıdır. Bezelyelere uygulanan çaprazlamaları insanlara aynı şekilde uygulamak mümkün değildir. Tüm bunlara rağmen kendi kalıtımlarını araştırmak, analiz etmek ve sonuçlar çıkarmak insanların ilgisini çekmektedir. Genetikçiler daha önce gerçekleşmiş evlilikleri inceleyerek belirli bir karakter için aile ile ilgili bilgi toplayıp bu özelliğin ebeveynlerden çocuklara geçişini izlerler. Belirli bir özellik için ailenin geçmişi hakkında bilgi sahibi olup bu bilginin ebeveynlerden yeni kuşaklara nasıl geçtiğini açıklayan aile ağacına **soyağacı** denir.

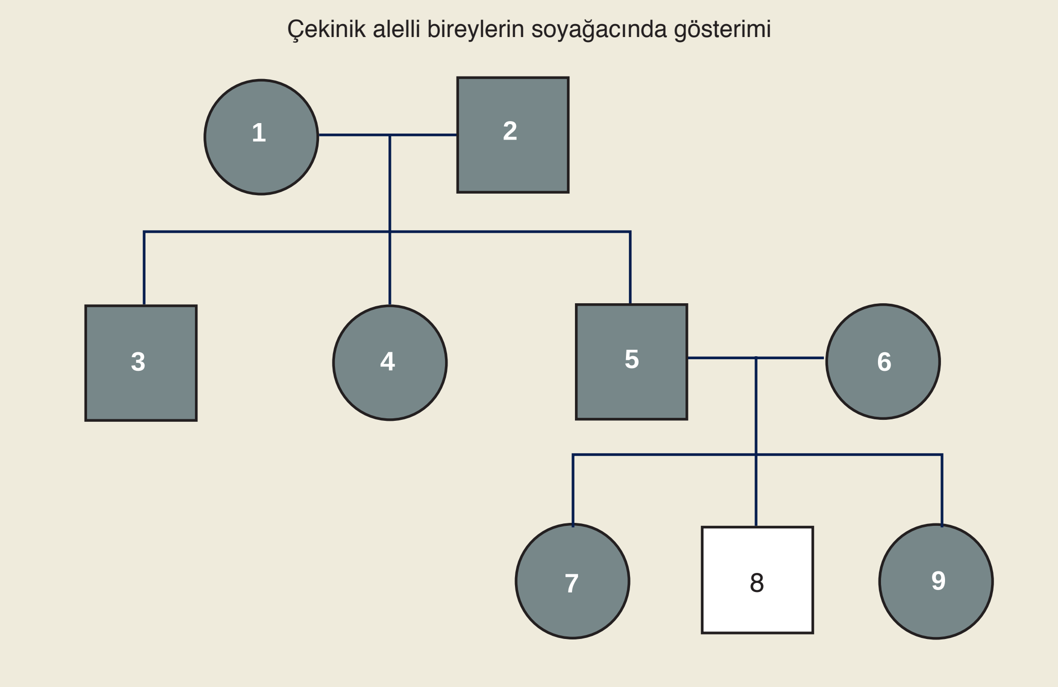
Soyağaçlarında dişiler (○), erkekler (□) sembolleri ile gösterilmektedir. İşaretler arası yatay çizgi (○—□) evliliği, içi koyu renkli işaretler ise (●, ■) izlenen özellikten etkilenmiş bireyleri gösterir. Ayrıca kuşaklar alt alta, doğan çocuklar ise doğum sırasına göre soldan sağa dizilir (Görsel 2.19).

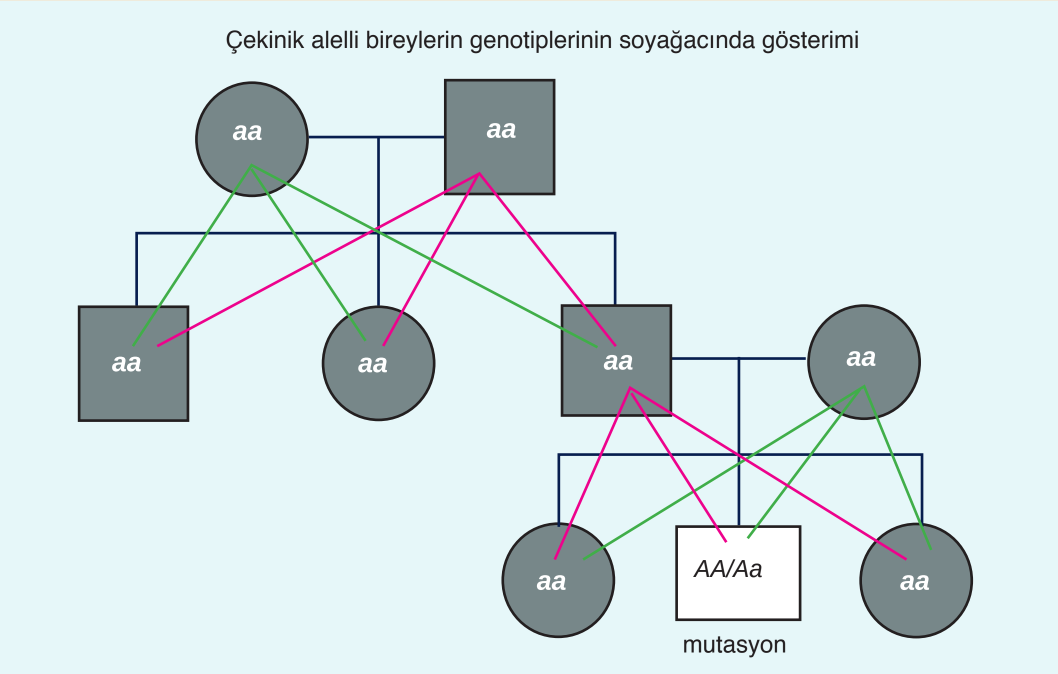


Görsel 2.19: Soyağacının sembollerle gösterimi

Vücut kromozomlarında çekinik bir alelle kalıtılan bir özelliğin soyağacında gösterilmesi Görsel 2.20’de verilmiştir. Içi koyu bireyler çekinik özelliği fenotiplerinde göstermektedir.

1 ve 2 numaralı bireylerin fenotipleri çekinik olduğundan genotipleri de homozigot çekiniktir. 1 ve 2 numaralı bireyler çekinik aleli tüm çocuklarına ayrı ayrı vereceğinden çocuklar da homozigot çekinik olur. Normalden farklı olarak 8 numaralı bireyde bu özelliğin görülmemesi ise bireyin anne veya babasında üreme hücreleri oluşurken meydana gelen mutasyonla açıklanabilir.


Çekinik alelli bireylerin soyağacında gösterimi

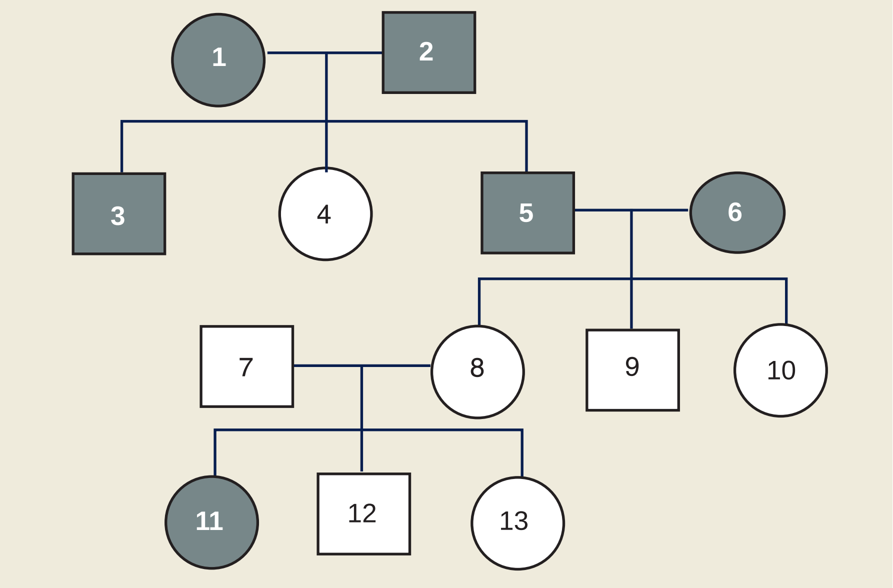

Çekinik alelli bireylerin genotiplerinin soyağacında gösterimi

Görsel 2.20: Vücut kromozomlarında çekinik alelle kalıtılan özelliğin soyağacı

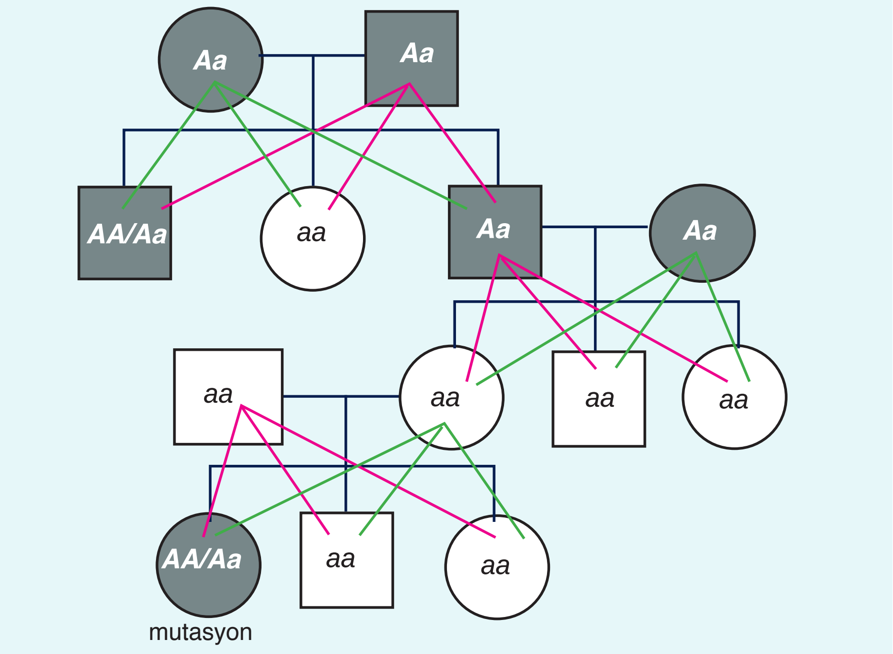
Vücut kromozomlarında baskın bir alelle kalıtılan bir özelliğin soyağacında gösterilmesi Görsel 2.21'de verilmiştir. İçi koyu bireyler baskın özelliği fenotiplerinde göstermektedir.

1 ve 2 numaralı bireyler, fenotiplerinde baskın özellik gösterdiğine göre genotiplerinde baskın alel bulunmaktadır. 4, 8, 9 ve 10 numaralı bireylerin bu özelliği fenotipinde göstermemesinin nedeni ebeveynlerinin heterozigot olmalarıyla açıklanabilir. Normalden farklı olarak 11 numaralı bireyde bu özelliğin görülmesi ise bireyin anne veya babasının üreme hücreleri oluşurken meydana gelen mutasyon ile açıklanabilir.

Baskın alelli bireylerin soyağacında gösterimi



Baskın alelli bireylerin genotiplerinin soyağacında gösterimi



Görsel 2.21: Vücut kromozomlarında baskın alelle kalıtılan özelliğin soyağacı

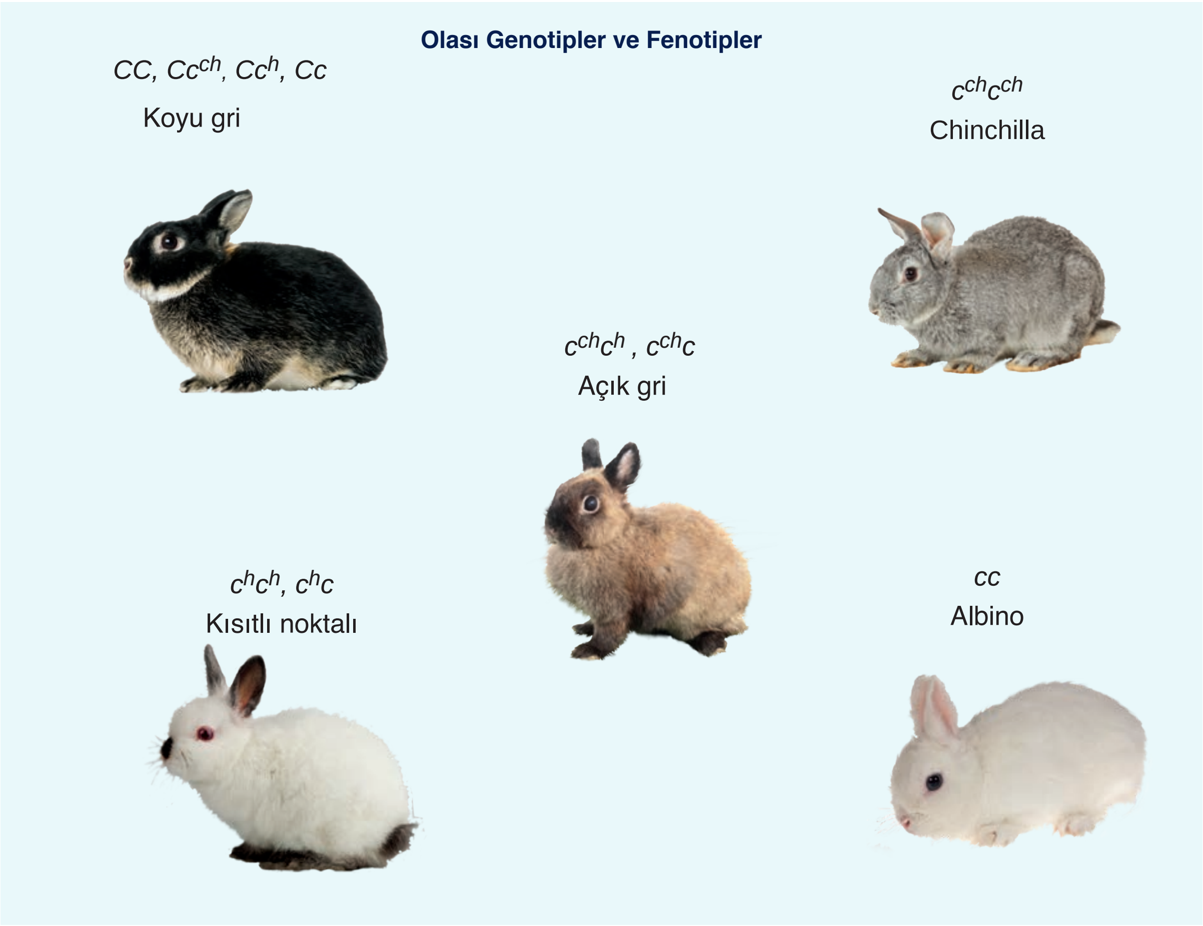
Çok Alellilik

Bir türde aynı karaktere ait alel sayısının ikiden fazla olmasına **çok alellilik** denir. Alel sayısı kaç olursa olsun diploit bir birey bu alellerden sadece ikisini taşır. Bu alellerden biri anneden diğeri babadan aktarılır.

Çok alellilikte genotip çeşidi sayısı $\frac{n \times (n+1)}{2}$ formülü ile hesaplanır (n alel sayısı).

Fenotip çeşidi sayısı, alel sayısı ile eş baskınlık sayısının toplamına eşittir. İnsanlarda *ABO* kan grupları çok alelliliğe örnektir. *ABO* kan grubu özelliği *A, B* ve *O* olarak üç farklı alel tarafından kontrol edilmektedir. Bu alellerin etki durumları *A* ve *B* alelleri eş baskın, *O* geni ise çekiniktir. Her bireyde kan grubu alellerinden yalnız ikisi bulunur. İnsanlarda *AA, AO, BB, BO, AB, OO* şeklinde altı farklı genotip ve *A*, *B*, *AB* ve *O* şeklinde dört farklı fenotip görülür.

Çok alelliliğe hayvan popülasyonlarında da rastlanır. Tavşanlarda kürk rengi dört farklı alel tarafından belirlenir. Birbirlerine olan baskınlığa göre bu aleller koyu gri $\boldsymbol{C}$, chinchilla (çinçiya) $\boldsymbol{c^{ch}}$, açık gri $\boldsymbol{c^{h}}$ ve albino $\boldsymbol{c}$ şeklinde sıralanır. Tavşanlarda c^{ch} geni baskın olduğu alellerle açık gri fenotip oluştururken, c^{h} geni de homozigot veya baskın olduğu alellerle kısıtlı noktalı fenotip oluşturur [(Yaşam Biyoloji Bilimi, dokuzuncu baskı, sayfa 248), (Görsel 2.24)] .



Görsel 2.24: Tavşanlarda çok alellilik

Kan Grupları

İnsanda *ABO* kan grubunun belirlenmesinde görev alan genin üç aleli vardır. *A* ve *B* alelleri alyuvar hücrelerinin zarında antijen oluşumunu sağlayarak kan gruplarını belirler.

Sadece A antijeni bulunduranlar A kan grubu, sadece B antijeni bulunduranlar ise B kan grubudur. A ve B antijenini birlikte bulunduranlar AB kan grubu, hiç antijen taşımayanlar ise O kan grubudur. Kanda yabancı antijenlere karşı akyuvarlar tarafından üretilen proteinlere **antikor** adı verilir. Antikorlar kan plazmasında bulunur. Kan gruplarının antijen-antikor ilişkisi, fenotip ve genotipleri Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 2.7: ABO Kan Grupları

GENLER	GENOTİP	FENOTİP (Kan Grubu)	ALYUVARDAKİ ANTİJEN	PLAZMADAKİ ANTİKOR
A *B* *O*	*AA AO*	A	A	Anti-B
	BB BO	B	B	Anti-A
	AB	AB	A ve B	Yok
	OO	O	Yok	Anti-A ve Anti-B

A antijenine karşı A antikoru, B antijenine karşı da B antikoru üretilir. A antijeni ile A antikoru birbirine karıştıkları zaman A antikorları A antijenine bağlanarak alyuvarların yapışıp kümelenmesine neden olur. Bu olaya **çökelme** (aglütinasyon) denir. Oluşan çökelme damarların tıkanmasına yol açacağı için ölüme neden olabilir.

DİKKAT

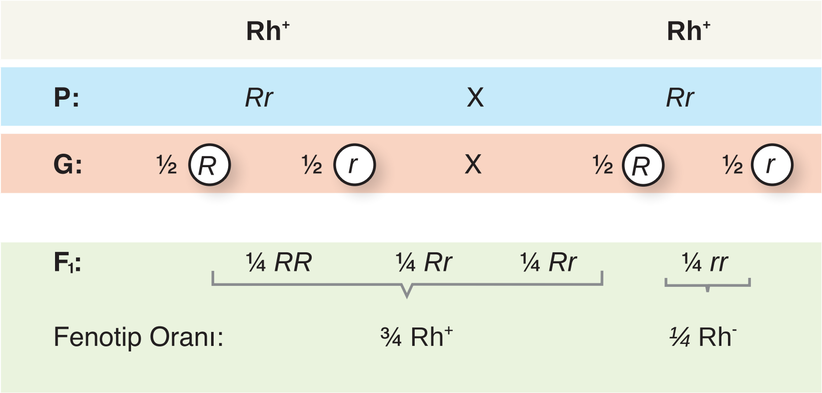
Sorularda çok alellik belirtilmedikçe her bir karakterin iki alelle kalıtıldığı kabul edilir.

İnsanlarda *ABO* kan grubundan başka **Rh** kan grubu vardır. Kanda Rh karakteri, biri baskın (*R*) diğeri çekinik (*r*) iki alel tarafından kontrol edilmektedir. İlk kez Rhesus maymununda tespit edildiği için adının ilk iki harfi kullanılıp **Rh sistemi** olarak adlandırılmıştır. Genotipinde baskın geni taşıyan (*RR* ve *Rr*) bireylerin alyuvar zarında Rh antijeni bulunur. Bu antijene sahip kan grupları Rh pozitif (Rh$^+$) olarak adlandırılır (Tablo 2.8). Genotipi *rr* olan bireylerin alyuvar zarında Rh antijeni bulunmaz. Bu kan grubu ise Rh negatif (Rh$^-$) olarak adlandırılır. Rh antikorları doğal olarak kanda bulunmaz. Rh antijeni ile karşılaştığı zaman oluşmaktadır. Bu yüzden Rh$^-$ kan grubuna sahip insana Rh$^+$ kan verilirse hazır antikor olmadığı için hızlı reaksiyon görülmez.

Tablo 2.8: Rh Kan Grupları

GENOTİP	FENOTİP (Kan Grubu)	ALYUVARDAKİ ANTİJEN	PLAZMADAKİ ANTİKOR
RR Rr	Rh$^+$	Rh antijeni	Yok
rr	Rh$^-$	Yok	Rh antijenine karşı ilk karşılaşmada oluşur.

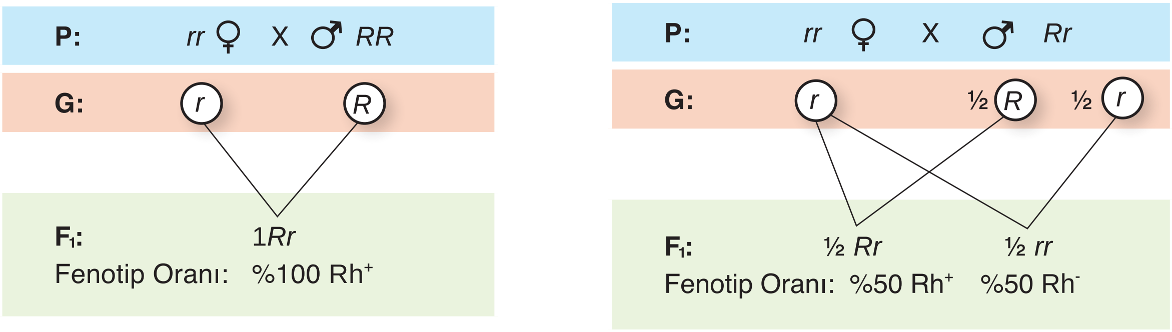
Ebeveynlerin kan gruplarına bakılarak doğacak çocukların kan grubu hakkında tahminde bulunmak mümkündür (Görsel 2.22).



Görsel 2.22: Heterozigot Rh kan gruplarının çaprazlanması

Rh Uyuşmazlığı

Rh faktörüne bağlı Rh uyuşmazlığı (kan uyuşmazlığı) sadece Rh^{-} anne ile Rh^{+} babanın Rh^{+} kan grubuna sahip fetüs oluştuğunda ortaya çıkar. Rh^{+} fetüsün alyuvarlarında Rh antijeni bulunur. Anne ile fetüs arasında madde alışverişini sağlayan plasenta antijenlerin fetüsten anneye geçişini engeller. Rh(-) kana sahip annenin kanına Rh(+) kana sahip bebeğin kanının karışması olayı doğum sırasında plasentanın anneden ayrılması sırasında gerçekleşebilir. Annenin kanında akyuvarlar Rh antijenine karşı Rh antikoru üretir. Plasenta aracılığı ile fetüse geçen antikorlar fetüsün alyuvarlarını parçalar. Bu olaya **Rh uyuşmazlığı** (eritroblastosis fetalis) denir. Kan uyuşmazlığı sonucunda bebekte kansızlık ve sarılık görülür. Kalıcı beyin hasarı oluşabilir. Rh^{-} anne ile Rh^{+} babanın evliliklerinde Rh uyuşmazlığının görülme olasılığı babanın heterozigot ya da homozigot olmasına bağlıdır (Görsel 2.23).



Görsel 2.23: Rh kan uyuşmazlığı görülme olasılıkları

Rh^{-} annenin ilk hamileliğinde kanında antikor üretimi yeni gerçekleştiği için bebek antikorlara yakalanmadan doğabilir. Annenin kanında Rh antikoru önceden hazır olarak bulunduğundan ikinci ya da daha sonraki Rh^{+} bebeklerin doğumunda Rh uyuşmazlığı görülür. Ancak anne Rh^{+} bebek Rh^{-} olduğu durumda Rh^{+} annenin vücudunda Rh^{-} bebeğe karşı antikor üretilmediğinden Rh uyuşmazlığı görülmez.

DİKKAT

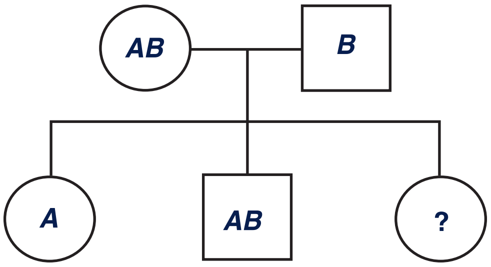
Kan transferinde tam uyumlu kan gruplarının kullanılması hayati öneme sahiptir.

ARAŞTIRMA

1. Rh faktörüne bağlı kan uyuşmazlığı nasıl tedavi edilebilir?
2. A, B, O kan grubu sisteminde de anne ile çocuk arasında kan uyuşmazlığı görülebilir mi?

ALIŞTIRMALAR

1. Soyağacında anne babanın ve çocuklarının kan grupları verilmiştir.



Üçüncü çocuğun *AO* genotipli ve kız çocuğu olma olasılığını hesaplayınız.

2. *OORr* anne ile *ABRr* babanın kan grubu ile ilgili kaç farklı genotip ve fenotipte çocuklarının olabileceğini bulunuz.

3. ARh$^+$ anne ile BRh$^+$ babanın, ORh$^-$, ABRh$^+$ ve ARh$^+$ kan gruplu üç kızı olmuştur.

a) Anne ve babanın genotiplerini bulunuz.

b) Ailenin soyağacını çizerek gösteriniz.

c) Bu ailenin doğacak 4. çocuğunun *BORr* genotipinde erkek çocuk olma olasılığını bulunuz.

ç) Çocuklardan hangisinin evlendiğinde Rh faktörüne bağlı kan uyuşmazlığı görülme olasılığı vardır? Nedeni ile açıklayınız.

....

....

....

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

1 **İnsanda bulunan M ve N kan grubu sisteminde, MN kan grubuna sahip anne ile N kan grubuna sahip babanın çocuğunun**

a) Babasıyla aynı kan grubuna sahip olma olasılığı kaçtır?

b) MN kan grubuna sahip olma olasılığı kaçtır?

c) Oluşacak bireylerde genotip çeşidi sayısının fenotip çeşidi sayısına oranı kaçtır?

ÇÖZÜM

P:	***MN***		**X**	***NN***
G:	½ *M*	½ *N*		1 *N*
F_1:	½ *MN*			½ *NN*
Fenotip:	MN			N

a) Babasıyla aynı kan grubuna sahip çocuk olma olasılığı %50’dir.
b) MN kan grubuna ait çocuk olma olasılığı %50’dir.
c) Genotip çeşidi sayısı 2 olup *MN* ve *NN*’dir.
Fenotip çeşidi sayısı 2 olup MN ve N kan grubudur.

$$\frac{\text{Genotip çeşidi sayısı}}{\text{Fenotip çeşidi sayısı}} = \frac{2}{2} = 1\text{’dir.}$$

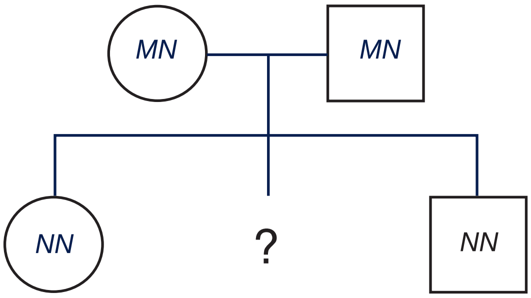
2 ***ABrr*** **genotipli bir kadın ile** ***OORr*** **genotipli bir erkekten meydana gelecek çocukların kan gruplarının genotiplerini ve fenotiplerini bulunuz.**

ÇÖZÜM

P:	***ABrr***		**X**	***OORr***	
G:	½ *Ar*	½ *Br*		½ *OR*	½ *Or*
F_1:	¼ *AORr*	¼ *AOrr*		¼ *BORr*	¼ *BOrr*
Genotip:	¼ *AORr*	¼ *AOOrr*		¼ *BORr*	¼ *BOrr*
Fenotip:	¼ ARh^+	¼ ARh^-		¼ BRh^+	¼ BRh^-

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

3 **MN kan grubu soyağacı verilen ailede ? ile belirtilen bireyin erkek ve MN kan grubuna sahip olma olasılığını bulunuz.**



ÇÖZÜM

P:	***MN***		**X**	***MN***
G:	½ Ⓜ ½ Ⓝ			½ Ⓜ ½ Ⓝ
F_1:	¼ *MM*	$\frac{2}{4}$ *MN*		¼ *NN*

? ile belirtilen bireyin MN kan gruplu olma olasılığı $\frac{2}{4}$'tür.

Erkek olma olasılığı ½ olduğuna göre çözüm

$\frac{2}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{8}$ olur.

4 *ABO* kan grubu sisteminde 3 alel vardır ve birbirlerine baskınlık durumu şöyledir *A* ve *B* alelleri eş baskın, *O* geni ise çekiniktir.

a) Kan gruplarıyla ilgili kaç farklı genotip oluşur?

b) Kan gruplarıyla ilgili kaç farklı fenotip oluşur?

ÇÖZÜM

a) Kan gruplarına etki eden 3 çeşit alel olduğuna göre;

Genotip çeşidi sayısı : $\frac{n\,(n+1)}{2} = \frac{3 \times 4}{2} = 6$ (*AA, AO, BB, BO, AB, OO*)

b) Karaktere etki eden 3 çeşit alel ve 1 eş baskınlık vardır.
Fenotip çeşidi sayısı : Alel sayısı + eş baskınlık sayısı
Fenotip çeşidi sayısı : 3 + 1 = 4 farklı fenotip oluşur (A, B, *O* ve AB kan grupları).

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

5 Fenotipi BRh^+ kan grubuna sahip anne ile ARh^- kan grubuna sahip babanın BRh^+ ve ARh^- kan grubundan çocukları olmuştur.

Bu ailenin $0Rh^-$ kan grubuna sahip kız çocuğu olma olasılığı kaçtır?

ÇÖZÜM Ailenin BRh^+ ve ARh^- kan grubuna sahip çocuklarının olması için anne *B0Rr*, baba ise *A0rr* genotipinde olmalıdır. Bu duruma göre çaprazlama yapılarak sonuç elde edilir.

1. yol *P: BORrXX x AOrrXY*

G: BRX, BrX, ORX, OrX x ArX, ArY, OrX, OrY

F_1: Punnett karesine bireylerin gametleri yerleştirilerek sonuca ulaşılır.

Punnett Karesi		**♂ Erkek Gametler**			
		ArX	***ArY***	***OrX***	***OrY***
♀ Dişi Gametler	***BRX***	*ABRrXX*	*ABRrXY*	*BORrXX*	*BORrXY*
	BrX	*ABrrXX*	*ABrrXY*	*BOrrXX*	*BOrrXY*
	ORX	*AORrXX*	*AORrXY*	*OORrXX*	*OORrXY*
	OrX	*AOrrXX*	*AOrrXY*	*OOrrXX*	*OOrrXY*

Punnett karesinde görüldüğü üzere *OOrrXX* genotipinin fenotipi $0Rh^-$ kız çocuktur. Bu durumun olma olasılığı $\frac{1}{16}$'dır.

2. yol Olasılık ilkelerinin ikincisinden yararlanılarak her karakterin çaprazlanması ayrı ayrı yapılarak sonuç bulunabilir.

1. karakter olan A,B ve *O* kan grubu için

P: *BO* x *AO*

G: Ⓑ Ⓞ x Ⓐ Ⓞ

F_1: ¼ *AB* ¼ *BO* ¼ *AO* ¼ *OO*

Burada istenen sonuç *OO* genotipi olup gerçekleşme olasılığı ¼'tür.

2. karakter olan Rh^+ ve Rh^- kan grubu için

P: *Rr* x *rr*

G: Ⓡ ⓡ x ⓡ

F_1: ½ *Rr* ½ rr

Burada istenen sonuç *rr* genotipi olup gerçekleşme olasılığı ½'dir.

3. karakter olan cinsiyet için

P: XX x XY

G: Ⓧ x Ⓧ Ⓨ

F_1: ½ XX ½ XY

Burada istenen sonuç XX genotipi olup gerçekleşme olasılığı ½'dir.

Birlikte meydana gelme olasılıkları istendiğinden tüm istenen sonuçların ayrı ayrı gerçekleşme olasılıkları çarpılır.

OOrrXX genotipinin birlikte görülme olasılığı, ¼ x ½ x ½ = $\frac{1}{16}$ olarak bulunur.

HABER KÖŞESİ

AZİZ SANCAR

Aziz Sancar 1946'da Mardin'in Savur kasabasında, çiftçilikle uğraşan orta gelirli bir ailenin yedinci çocuğu olarak dünyaya geldi. İlköğrenimini ve ortaöğrenimini, Ankara'da okuduğu ilkokul ikinci sınıf hariç Savur'da tamamladı. Liseyi ise Mardin'de okudu. Daha sonra İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesinden birincilikle mezun oldu.

TÜBİTAK bursuyla gittiği ABD'de birkaç yıl biyokimya eğitimi aldı fakat bazı sosyal uyum sorunları nedeniyle yurda döndü ve memleketi olan Savur'da bir süre hekimlik yaptı. Ancak gönlü hâlâ bilimsel çalışmalardaydı. Bu yüzden tekrar ABD'ye giderek Dallas'taki Teksas Üniversitesinde moleküler biyoloji alanında doktoraya başladı. Doktora sonrası araştırmalarına Yale (Yeil) Üniversitesine devam eden Aziz Sancar burada çok önemli buluşlar yaptı.

Bu başarılarından dolayı ABD'deki Chapel Hill North Carolina (Çapıl Hil Nort Karolayna) Üniversitesinden teklif aldı. Çalışmalarına orada da aynı hızla ve özenle devam etti ve yine önemli buluşlara imza attı. Yaklaşık kırk yıllık araştırma kariyeri boyunca pek çok ödül alan Aziz Sancar sonunda DNA onarım mekanizmaları konusunda yaptığı buluşlar nedeniyle 2015 Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldü.

Protein-DNA Bağlanmasında Moleküler Arabulucuyu Keşfetmesi

Aziz Sancar moleküler biyolojinin en temel konularından biri olan protein-DNA bağlanması konusunda yaptığı araştırmalar sonucunda bilime bir katkı daha yapmış ve "moleküler arabulucu protein" kavramını literatüre sokmuş. Sancar proteinlerin vücutta DNA'ya bağlanabildiğini ancak bunun laboratuvar koşullarında, bir deney tüpünde gerçekleşmediğini görmüş. Bunun üzerine proteinin DNA'ya bağlanması için aslında devreye başka bir proteinin girmesi gerektiğini fark etmiş ve bu proteine de "moleküler arabulucu" adını vermiş. Moleküler arabulucu proteinler, DNA'ya bağlanacak olan proteinin üç boyutlu yapısında değişiklik yaparak DNA'ya bağlanmasını ve böylece yarı kararlı bir DNA-protein kompleksinin oluşmasını sağlıyor. Bağlanmanın gerçekleşmesinin ardından arabulucu protein bu kompleksten ayrılıyor.

Transkripsiyona Bağlı DNA Onarım Mekanizmasını Açıklaması

Aziz Sancar "Biyokimyası güzel, verileri güzel, sunuşu güzel" diye tanımladığı keşfi için aynı zamanda "Yunus Emre destanım." diyor. DNA'daki hasar onarılırken örneğin protein sentezlenen bölüm protein sentezlenmeyen bölüme göre daha etkin ve hızlı onarılır. Bu bilinen bir şeydi ancak mekanizması çözülememişti. Transkripsiyon, bir proteinin sentezlenme sürecinde RNA adlı aracı molekülün, proteinin genindeki koda uygun olarak sentezlenmesidir. Böylece genin bilgisi RNA'ya aktarılmış olur. Protein de RNA'daki koda göre sentezlenir. Sancar ve asistanı transkripsiyona bağlı DNA onarımına başlayan enzimi saflaştırıp mekanizmasını çözerek tüm mekanizmayı tek bir makalede açıkladı.

Bilim ve Teknik Dergisi, Kasım, 2015
(Düzenlenmiştir.)

ETKİNLİK 2.1: İş Birlikli Kavram Haritası

Amaç: Kalıtımla ilgili iş birlikli kavram haritası oluşturmak.

Ön Hazırlık

Kavramların uygulayıcılar tarafından anlamlı bağlantılarla birbirine ilişkilendirilerek oluşturulan çizelgelere kavram haritası denir. Kavram haritası oluşturmak için verilen terimlerin birbiriyle ilişkilerini araştırarak ön bilgi edininiz.

Kavramlar

- Genotip
- Alel
- Homozigot
- Lokus
- Karakter
- Fenotip
- Gen
- Kalıtım
- Dihibrit
- Heterozigot
- Gamet
- Bağlı gen
- Eş baskınlık
- Bağımsız gen
- Çekinik gen
- Homolog kromozom
- Monohibrit
- Baskın gen

Uygulama Basamakları

- ✓ Sınıfta beşer kişilik gruplar oluşturulur.
- ✓ Yukarıdaki kavramlardan uygun olan seçilir ve kavram haritasının merkezine konulur.
- ✓ Uygun bağlantı ifadeleriyle kavram haritası çizilir.
- ✓ Her grup birer kavram haritası oluşturur.
- ✓ Oluşturulan kavram haritaları sınıfta paylaşılır.

Sonuç ve Tartışma

Grupların hazırladıkları kavram haritalarından en beğenileni belirleyerek okul panosunda paylaşınız.
Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz.

Eşey Tayini

Kromozomlar eşey kromozomları ve vücut kromozomları olmak üzere iki gruba ayrılır. Eşeyi (cinsiyeti) ve diğer bazı özellikleri belirleyen genleri taşıyan kromozomlara **gonozom** (eşey kromozomları) adı verilir. Eşey kromozomu dışındakilere ise **otozom** (vücut kromozomları) adı verilir.

Bir kromozom takımında (n) genellikle bir gonozom bulunur. Canlıların diploit hücreleri ikişer adet gonozoma sahiptir. İnsanların vücut hücrelerinde bulunan 2n = 46 kromozomun 44 tanesi otozom, 2 tanesi gonozomdur. Gonozomlar X ve Y kromozomu olarak iki çeşittir. İnsanda eşey, babadan gelen spermlerin taşıdığı gonozomla belirlenir. Sperm X kromozomu taşıyorsa dişi, Y kromozomu taşıyorsa erkek bireyler oluşur. Buna göre vücut hücrelerinde dişilerin kromozomları 44 + XX, erkeklerin kromozomları 44 + XY şeklindedir. Gametlerde n = 23 kromozomun 22'si otozom 1'i gonozomdur. Yumurta 22 + X, spermler ise 22 + X ya da 22 + Y'dir (Tablo 2.9).

Tablo 2.9: İnsanda Kromozom Formülü

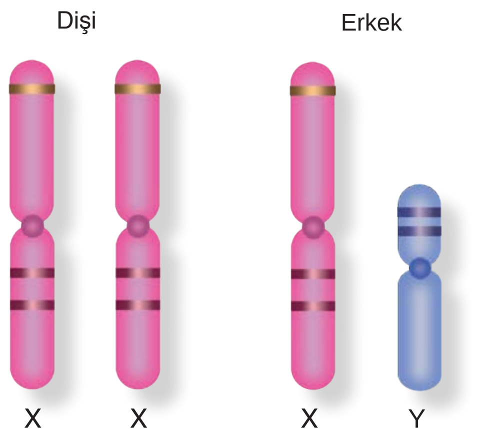
♀ ♂		**Erkek Gametler**	
		22 + X	**22 + Y**
Dişi Gametler	**22 + X**	44 + XX	44 + XY

Otozomlar canlının göz rengi, saç şekli, kan grubu gibi kalıtsal özelliklerine ait genleri taşır. Çoğu diploit canlının otozom sayısı vücut hücrelerinde 2n - 2, üreme hücrelerinde ise n -1'dir. İnsanın vücut hücrelerinde 22 çift (44) otozom vardır. Otozomal kromozomlar tam homolog olduğundan her özellik iki alelle belirlenir. Otozomal özelliklerin erkek ve dişilerde görülme şansı eşittir.

Eşeye Bağlı Kalıtım

Cinsiyeti (eşeyi) belirleyen X ve Y kromozomları üzerinde yer alan genler **eşeye bağlı genler** olarak adlandırılır (Görsel 2.25). Eşey kromozomları sadece cinsiyeti belirlemez. Eşey kromozomlarında cinsiyet dışındaki farklı özellikleri kontrol eden genler de taşınır. Eşey kromozomlarıyla dölden döle taşınan bu genlerin oluşturduğu karakterlere **eşeye bağlı karakterler** denir. Bu genler dişilerde X kromozomu üzerinde, erkeklerde X ve Y kromozomları üzerinde taşınır.

Dişilerde X kromozomları tam homolog olduklarından tüm özellikler iki alelle belirlenir. Erkeklerde ise X ve Y kromozomları tam homolog değildir. Erkeklerde X ve Y kromozomlarının homolog bölgesinde bulunan özellikler iki alelle belirlenir. Homolog olmayan bölgesindeki özellikler ise tek alelle belirlenir.



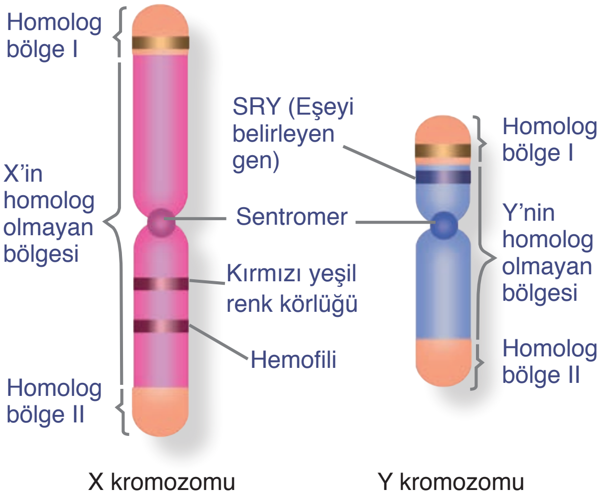
Görsel 2.25: İnsanda cinsiyeti belirleyen kromozomlar

Görsel 2.26'da X ve Y kromozomlarına ait bölgeler ve bazı genler gösterilmiştir.

Sadece Y kromozomunda taşınan özellikler, babadan gelen tek bir genle belirlenir. Bu özellikler sadece erkeklerde görülür. Babada var olan bir özellik tüm erkek çocuklara aktarılır. Örneğin eşeyin belirlenmesini sağlayan gen sadece erkeklerde bulunan ve testis gelişimine etki eden bir gendir.

X kromozomunun homolog olmayan bölgesindeki genler hem erkeklerde hem de dişilerde görülür. Dişilerde (XX) bulunduğundan iki alelle, erkeklerde (XY) tek X bulunduğundan bir alelle belirlenir. X kromozomuna bağlı karakterler erkek çocuklara anneden aktarılır. X kromozomunun üzerindeki genlerden kırmızı yeşil renk körlüğü geni ve hemofili geni çekinik kalıtıma örnek verilebilir. İnsanda eşeye bağlı karakterler X kromozomuna bağlı kalıtım ve Y kromozomuna bağlı kalıtım şeklinde iki grupta incelenir.

X Kromozumuna Bağlı Kalıtım: X kromozomuna bağlı kalıtımın en iyi örnekleri kırmızı yeşil renk körlüğü ve hemofilidir. Bu hastalıklar X kromozomunda bulunan çekinik genlerle kalıtıldığından erkek bireylerde görülme sıklığı daha fazladır.


Homolog bölge I
X'in homolog olmayan bölgesi
Homolog bölge II
SRY (Eşeyi belirleyen gen)
Sentromer
Kırmızı yeşil renk körlüğü
Hemofili
Homolog bölge I
Y'nin homolog olmayan bölgesi
Homolog bölge II
X kromozomu
Y kromozomu

Görsel 2.26: İnsanda gonozomlarla taşınan bazı karakterler

Kırmızı yeşil renk körlüğü

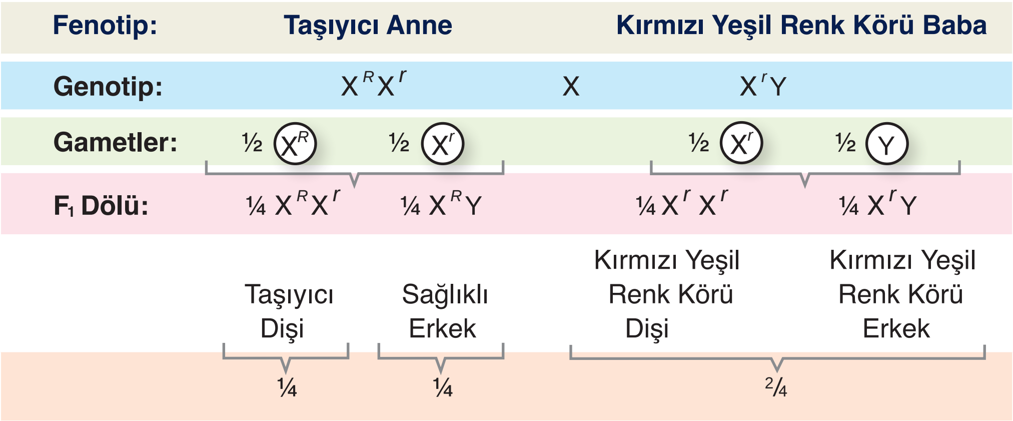
Hastalar, kırmızı ve yeşil renkleri ayırt etmekte güçlük çekerler. Kırmızı yeşil renk körlüğü geni (r), X kromozomunun homolog olmayan bölgesinde çekinik alelle kalıtılır. X kromozomu üzerinde taşındığı için normal görme aleli X^R, kırmızı yeşil renk körlüğü aleli ise X^r ile gösterilir. Dişilerde iki tane X kromozomu bulunduğu için X^rX^r genotipli bireyler kırmızı yeşil renk körü, X^RX^r genotipli bireyler taşıyıcıdır. X^RX^R genotipli bireyler sağlıklıdır. Taşıyıcılar renkleri ayırt etmekte bir sorun yaşamazlar. Fakat çocuklarına hastalığın genini aktarabilirler. Erkeklerde bir tane X bulunduğu için X^rY genotipli bireyler kırmızı yeşil renk körü, X^RY genotipli bireyler sağlıklıdır (Tablo 2.10).

Tablo 2.10: Kırmızı yeşil renk körlüğü genotip ve fenotipleri

Eşey	Genotip	Fenotip
Dişi	X^RX^R	Sağlıklı
	X^RX^r	Taşıyıcı
	X^rX^r	Kırmızı yeşil renk körü
Erkek	X^RY	Sağlıklı
	X^rY	Kırmızı yeşil renk körü

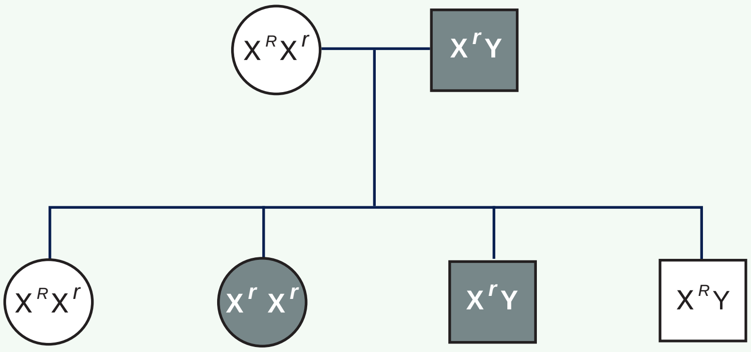
X^R: Normal görme geni
X^r : Kırmızı yeşil renk körlüğü geni

Kırmızı yeşil renk körlüğü geni X kromozomunda taşındığı için erkek çocuklar kırmızı yeşil renk körlüğü genini anneden alır. Kız çocuklar iki X kromozomu bulundurduğu için bu geni hem anne hem de babadan alır. Anne kırmızı yeşil renk körü ise bütün erkek çocuklar da kırmızı yeşil renk körüdür. Kız çocuk kırmızı yeşil renk körü ise baba da kırmızı yeşil renk körüdür, anne ya kırmızı yeşil renk körü ya da taşıyıcıdır. Kırmızı yeşil renk körlüğü bakımından taşıyıcı anne ile kırmızı yeşil renk körü babanın doğacak çocuklarının genotip ve fenotipleri Görsel 2.27'de gösterilmiştir.


Fenotip:
Taşıyıcı Anne
Kırmızı Yeşil Renk Körü Baba
Genotip:
X^RX^r
X
X^rY
Gametler:
½ X^R
½ X^r
½ X^r
½ Y
F_1 Dölü:
¼ X^RX^r
¼ X^RY
¼ X^rX^r
¼ X^rY
Taşıyıcı Dişi
Sağlıklı Erkek
Kırmızı Yeşil Renk Körü Dişi
Kırmızı Yeşil Renk Körü Erkek
¼
¼
2/4

Görsel 2.27: Kırmızı yeşil renk körlüğünün kalıtımı

Kırmızı yeşil renk körü erkek çocukları kırmızı yeşil renk körlüğü genini annelerinden almıştır. Kırmızı yeşil renk körü kız çocukları ise hem anneden hem babadan kırmızı yeşil renk körü genini almıştır. Görsel 2.27'de çaprazlaması verilen örneğin soyağacı Görsel 2.28'de verilmiştir.


X^RX^r
X^rY
X^RX^r
X^rX^r
X^rY
X^RY

Görsel 2.28: Kırmızı yeşil renk körlüğü soyağacı örneği

Hemofili

Hemofili, kanın pıhtılaşması için gereken bir ya da daha fazla proteinin eksikliğiyle ortaya çıkan kalıtsal bir hastalıktır. Hemofili hastalığı X kromozomunun homolog olmayan kısmındaki çekinik bir alelle (X^h) ile kalıtılır. Dişilerde X^hX^h, erkeklerde X^hY genotipli bireyler hemofili hastası olur (Tablo 2.11). Hemofili olan birey yaralandığında pıhtılaşma gecikir ve kanama uzun sürer.

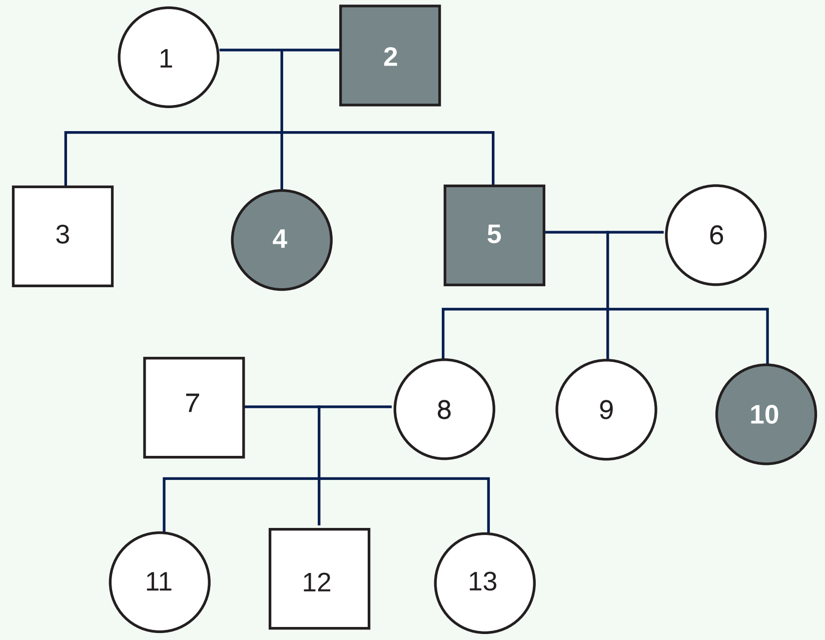
Tablo 2.11: Hemofili Genotip ve Fenotipleri

Eşey	Genotip	Fenotip
Dişi	X^HX^H	Sağlıklı
	X^HX^h	Taşıyıcı
	X^hX^h	Hemofili
Erkek	X^HY	Sağlıklı
	X^hY	Hemofili

X^H : Sağlıklı gen

X^h : Hemofili geni

Hemofili taşıyıcı dişi ile hemofili hastası erkeğe ait soyağacı Görsel 2.29'da gösterilmiştir. Soyağacında içi koyu bireyler hemofili hastası olarak verilmiştir. 1numaralı bireyin genotipi X^HX^h, 2 ve 5 numaralı bireylerin genotipleri X^hY, 4 ve 10 numaralı bireylerin genotipleri ise X^hX^h olur. 3 numaralı birey annesinden normal gen aldığı için sağlıklıdır. 10 numaralı bireyde hastalığın görülebilmesi için 6 numaralı bireyden de X^h geni almış olması gerekir. Bu durumda 6 numaralı birey X^HX^h genotipinde olmalıdır. 8 ve 9 numaralı birey babasından hastalık genini almasına rağmen annesinden normal gen aldığı için taşıyıcıdır. 7 ve 8 numaralı bireylerin evliliğinden hemofili hastası çocukları olabileceği gibi normal fenotipli çocukları da olabilir. 7 ve 12 numaralı bireyler sağlıklıdır. 11 ve 13 numaralı bireyler sağlıklı ya da taşıyıcıdır.



Görsel 2.29: Hemofili kalıtımı soyağacı örneği

X Kromozomuna Bağlı Baskın Alellerin Kalıtımı

X kromozomuna bağlı baskın alellerin oluşturduğu özellikler dişilerde XX bulunduğundan daha yaygın görülür. X kromozomuna bağlı baskın özelliklere bozuk dentin hastalığı örnek verilebilir. Bu bireyler, çarpık diş yapısına sahiptir (Tablo 2.12).

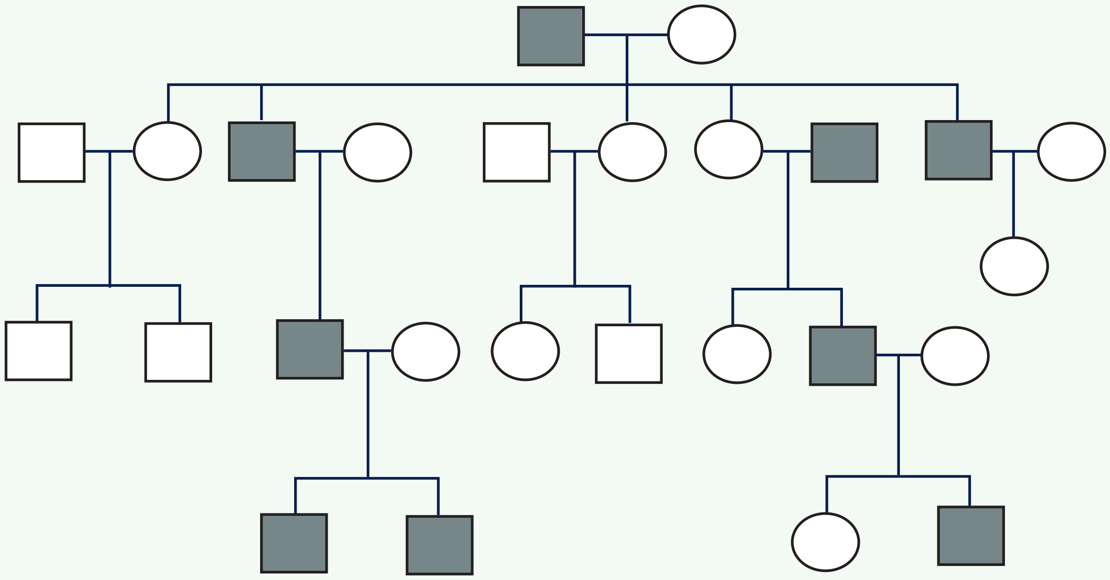
Tablo 2.12: Bozuk Dentin Hastalığı Genotip ve Fenotipleri

Eşey	Genotip	Fenotip
Dişi	X^DX^D	Bozuk dentin (Homozigot)
	X^DX^d	Bozuk dentin (Heterozigot)
	X^dX^d	Sağlıklı
Erkek	X^DY	Bozuk dentin
	X^dY	Sağlıklı

X^D **:** Bozuk dentin geni
X^d **:** Sağlıklı gen

Y Kromozomuna Bağlı Kalıtım

Y kromozomunun homolog olmayan bölgesinde taşınan alellerin belirlediği karakterler babadan oğula geçer. Bu alellerin kontrol ettiği özellikler yalnız erkeklerde görülür. Y kromozomunun homolog olmayan bölgesinde bulunan bir alel, baskın veya çekinik olsa da fenotipte daima etkisini gösterir. İnsanda Y kromozomuna bağlı kalıtıma kulak kıllılığı örnek verilebilir (Görsel 2.30).



- Sadece erkekler etkilenir.
- Hasta erkekler daima hasta babaya sahiptir.
- Hasta bir erkeğin tüm oğulları hastadır.

Görsel 2.30: Y'ye bağlı kalıtım soyağacı

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

1

Bozuk dentin, X kromozomuna bağlı baskın bir alelle kalıtılan bir hastalıktır (X^D). Sağlıklı baba ile bozuk dentinli annenin sağlıklı çocukları olduğuna göre

a) Anne ve babanın genotiplerini yazınız.

b) Bozuk dentinli erkek çocuklarının olma olasılığı kaçtır?

c) Sağlıklı kız çocuklarının olma olasılığı kaçtır?

ç) Soyağacında çizerek gösteriniz.

ÇÖZÜM

Sağlıklı çocukları olduğu için annenin genotipi heterozigottur.

a) Anne X^DX^d , baba X^dY genotiplidir.

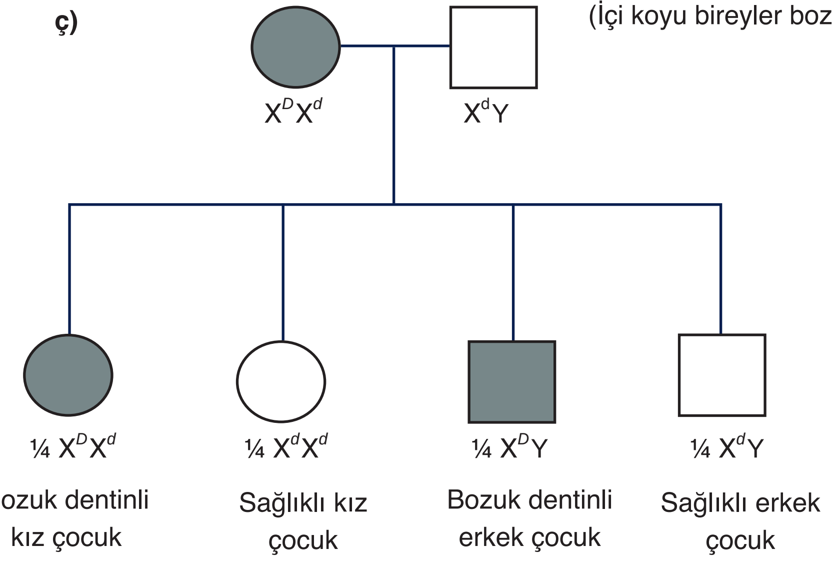
	Bozuk dentinli anne		Sağlıklı baba	
P:	X^DX^d	X	X^dY	
G:	½ X^D	½ X^d	½ X^d	½ Y
F_1:	¼ X^DX^d	¼ X^DY	¼ X^dX^d	¼ X^dY

b) Bozuk dentinli erkek çocukların (X^DY) olma olasılığı ¼'tür.

c) Sağlıklı kız çocuklarının (X^dX^d) olma olasılığı ¼'tür.

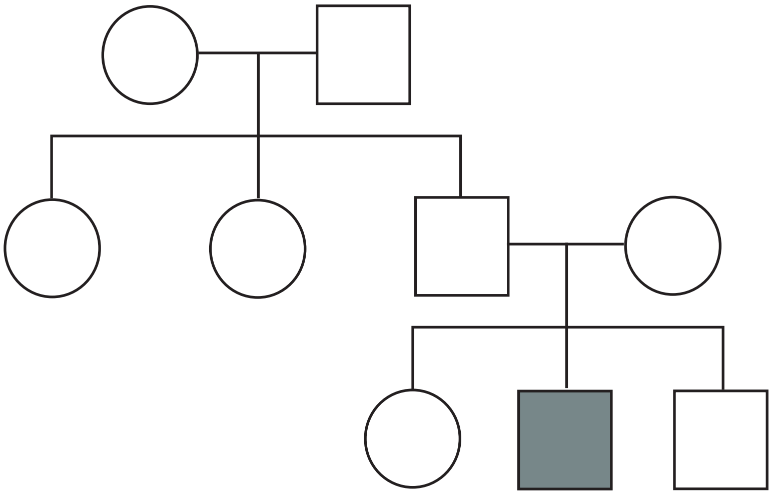
ç)

(İçi koyu bireyler bozuk dentinlidir.)


X^DX^d
X^dY
¼ X^DX^d
Bozuk dentinli kız çocuk
¼ X^dX^d
Sağlıklı kız çocuk
¼ X^DY
Bozuk dentinli erkek çocuk
¼ X^dY
Sağlıklı erkek çocuk

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

2 Fenotipinde bir özelliği gösteren birey aşağıdaki soyağacında içi koyu olarak verilmiştir.



Bu özelliğin ortaya çıkmasına neden olan karakterle ilgili olarak

1. X kromozomu üzerinde baskın
2. X kromozomu üzerinde çekinik
3. Y kromozomu üzerinde baskın
4. Otozomal baskın
5. Otozomal çekinik

kalıtıldığı durumlarından hangileri söylenebilir? (Soruda mutasyon olmadığı kabul edilecektir.)

ÇÖZÜM

☒ **1.** X kromozomu üzerinde baskın olsaydı içi koyu bireyin annesinde de mutlaka görülmesi gerekirdi. Bu yüzden X kromozomu üzerinde baskın olduğu söylenemez.

☑ **2.** İçi koyu bireyin annesi bu özellik açısından heterozigot genotipli ise X kromozomu üzerinde çekinik taşınan bir karakter olabilir.

☒ **3.** Y kromozomu üzerinde baskın olamaz. Çünkü Y 'de baskın olsaydı içi koyu bireyin babasında ve büyük babasında da görülürdü.

☒ **4.** Otozomal baskın olamaz. Çünkü içi koyu bireyin anne ya da babasından birinde bu özellik görülmelidir.

☑ **5.** Otozomal çekinik olabilir. Içi koyu olmayan bireyler bu özellik açısından heterozigot olabilir.

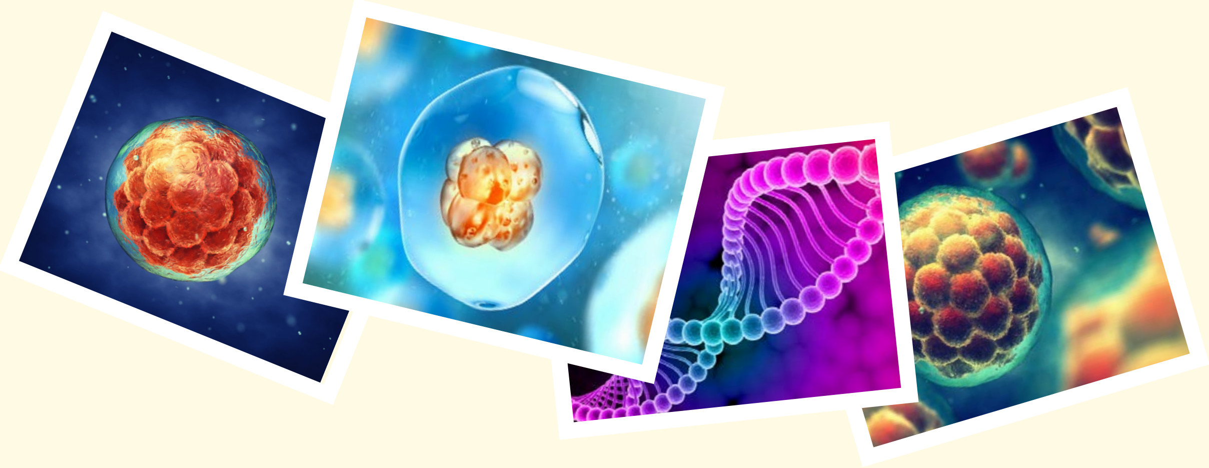
OKUMA PARÇASI

BİR BEN VAR BENDEN İÇERİ; KİMERİZM

Tıp literatüründe “Kimerizm” terimi, farklı organizmalara ait genetik yapıların bir arada bulunduğu, yeni, farklı ve ortak bir bütünü oluşturduğu durumları ifade etmek için kullanılır. Kimerik birey, kendi DNA’sının yanı sıra dünyaya gelmeyen ikizinin de DNA’sını taşır. Birden fazla zigotun kaynaşması embriyo aşamasında gerçekleştiğinden dolayı doku veya organ reddi olmaz. En sık ve doğal kimerizm sebebi gebeliktir. Henüz cevap bulamamış sorular mevcut olmakla birlikte başka faktörlerin de eklenmesi ile kimerizmin insan sağlığında çok önemli bir yeri olduğu düşünülmektedir.

Kimerizm; iki ayrı sperm tarafından döllenmiş iki farklı yumurtanın gelişmesi ile oluşan iki zigotun, gelişmenin blastomer veya gastrula gibi erken dönemlerinde birleşerek tek bir canlı vücudunda doğmasına verilen isimdir. Döllenmiş iki farklı yumurtanın birleşerek gelişmesi sonucu oluşan birey, doğmamış ikiz kardeşinin DNA’larını da taşıyacaktır. Böyle bir organizma, 4 gametten oluştuğu için bu olaya TK (Tetragametik Kimerizm) denir. Yaygınlaşan yardımcı üreme teknikleri uygulamalarında çok sayıda döllenmiş yumurtanın anneye transfer edilmesinin, TK vakalarını otuz kat artırdığı bildirilmektedir. Doğurganlık şansını artırmak için çok sayıda embriyonun aynı anda transfer edilmesi, döllenmiş yumurtaların birbiri ile temas etme olasılığını artırmaktadır. Embriyo büyüdükçe iki ayrı embriyodan gelen farklı hücre grupları farklı organların oluşumunda yer almaya başlayabilir. Kimerik bir bireyin karaciğeri kendisine ait hücre grubundan, böbreği ise ikizine ait hücre grubundan köken almış olabilir. Bu durumda doğal olarak bu iki organın genetik yapıları birbirinden farklı olacaktır. Hatta kimerik doğan dişi bir bireyde sağ yumurtalığının kendisine, sol yumurtalığının ise dünyaya gelmeyen ikizine ait olma olasılığı vardır. Bu durumda kadın hamile kaldığında dünyaya getirdiği bebek, kadının doğmayan ikizinin DNA’sını taşıyor olabiilir.

Yrd. Doç. Dr. İlknur Keskin
Medipol Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji AD
(Düzenlenmiştir.)

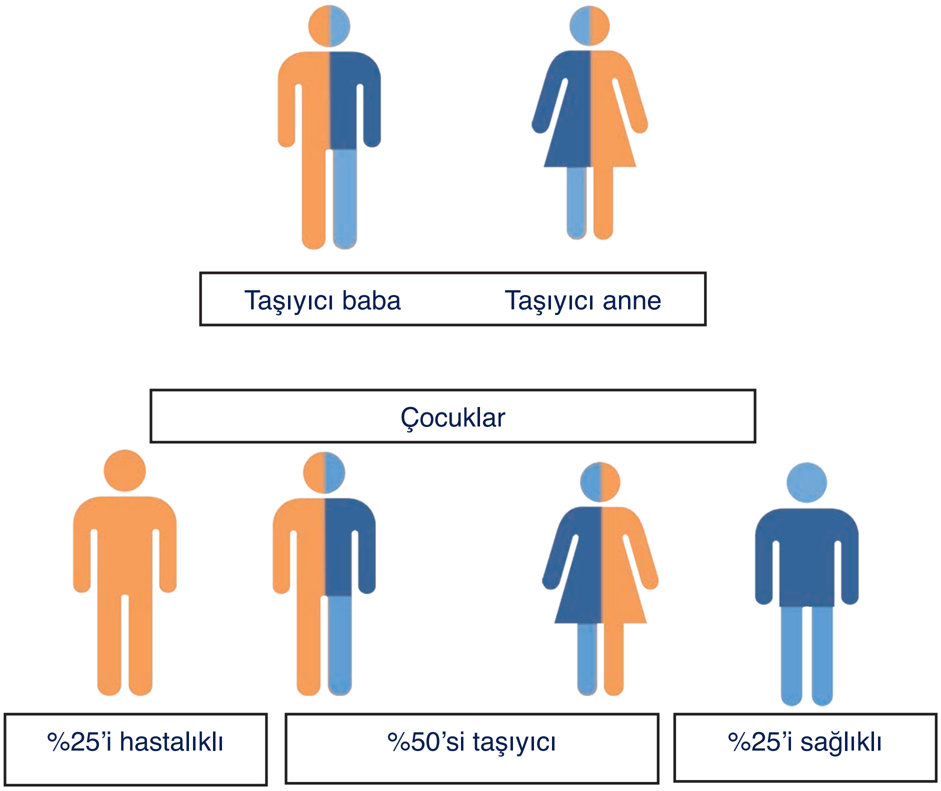


Akraba Evliliği

Aynı soydan gelen bireyler arasında yapılan evliliklere akraba evliliği denir. Akraba evlilikleri kalıtsal hastalıklara neden olan zararlı alellerin bir araya gelme olasılığını artırdığından kalıtsal hastalıkların görülme olasılığı da artar. Kalıtsal hastalıkların çoğu çekinik alelle taşındığından hastalığın oluşması için alellerin bireyde homozigot hâlde olması gerekir.

Hastalığa neden olan çekinik alel nadir görüldüğünden bu aleli taşıyan iki bireyin karşılaşıp evlenme olasılığı çok düşüktür. Akraba evliliklerinde ise hastalığa neden olan alellerin yan yana gelme olasılığı yüksektir. Bu durum çocuklarının da hastalıklı olma riskini artırır.

Akraba evlilikleri genetik hastalıkların meydana gelme olasılığını artırır ve ciddiye alınması gereken bir durumdur. 2016 yılı TUİK istatistiklerine göre Türkiye'de akraba evliliği oranı %23,2'dir. Otozomlarda çekinik bir alelle taşınan hastalık için taşıyıcı anne ve taşıyıcı babanın evliliğinden doğacak çocuklarda hastalık oluşma olasılıkları ¼ hasta, $^{2}/_{4}$ taşıyıcı, ¼ sağlıklı şeklindedir (Görsel 2.31).



Görsel 2.31: Akraba evliliğinde genetik hastalık riski

Akraba evliliklerinde diyabet, orak hücre anemisi, kan hastalıkları, zeka geriliği gibi rahatsızlıklara sık rastlanmaktadır. Akraba evliliğine bağlı olarak ortaya çıkabilecek kalıtsal hastalıklarla ilgili alınabilecek önlemlerin başında toplumdaki bireylerin bu konuda bilinçlendirilmesi gelmektedir. Ayrıca anne ve baba adayları genetik testler yaptırarak oluşabilecek riskler konusunda bilgi sahibi olmalıdır.

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

1 Kistik fibroz otozomal bir kromozom üzerinde çekinik alelle kalıtılan (*a*) bir hastalıktır.

Aşağıda genotipleri verilen ebeveynlerin çaprazlanmasından doğacak çocuklarının bu hastalığa yakalanma olasılıklarını hesaplayınız.

a) P: *Aa* × *aa*

b) P: *AA* × *Aa*

c) P: *Aa* × *Aa*

ç) P: *AA* × *aa*

ÇÖZÜM

a)

P: *Aa* X *aa*
G: ½ Ⓐ ½ ⓐ 1 ⓐ
F_1: ½ *Aa* ½ *aa*
Kistik fibroz (aa) olma olasılığı ½'dir.

b)

P: *AA* X *Aa*
G: 1 Ⓐ ½ Ⓐ ½ ⓐ
F_1: ½ *AA* ½ *Aa*
Kistik fibroz (aa) olma olasılığı yoktur.

c)

P: *Aa* X *Aa*
G: ½ Ⓐ ½ ⓐ ½ Ⓐ ½ ⓐ
F_1: ¼ *AA* $^2/_4$ *Aa* ¼ *aa*
Kistik fibroz (aa) olma olasılığı ¼'tür.

ç)

P: *AA* X *aa*
G: 1 Ⓐ 1 ⓐ
F_1: 1*Aa*
Kistik fibroz (*aa*) olma olasılığı yoktur.

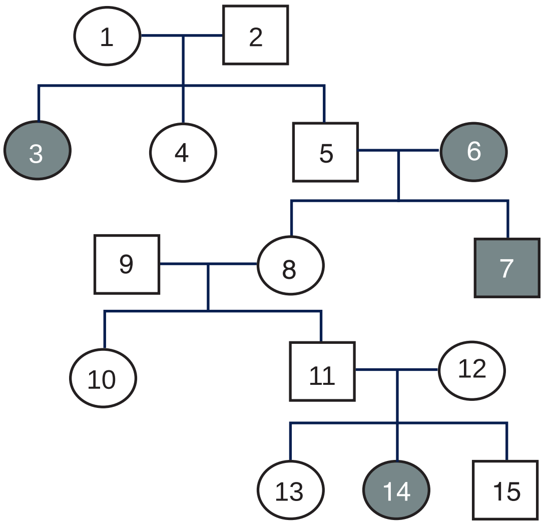
ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

2 Yandaki soyağacında koyu renkle gösterilen bireyler otozomal çekinik bir özelliği fenotiplerinde göstermektedir.

Buna göre

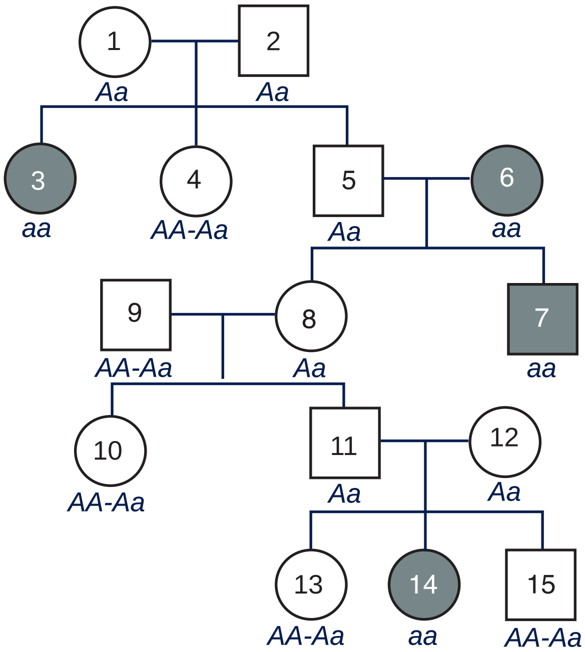
a) Soyağacında yer alan bireylerin genotiplerini yazınız.

b) Numaralandırılmış bireylerden hangilerinin genotiplerini belirlemek için kontrol çaprazlaması yapılmalıdır?


1
2
3
4
5
6
9
8
7
10
11
12
13
14
15

ÇÖZÜM

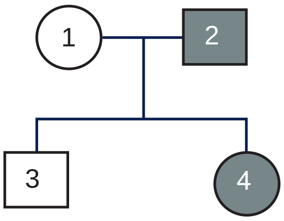
a)


1
Aa
2
Aa
3
aa
4
AA-Aa
5
Aa
6
aa
9
AA-Aa
8
Aa
7
aa
10
AA-Aa
11
Aa
12
Aa
13
AA-Aa
14
aa
15
AA-Aa

b) 3, 6, 7 ve 14 numaralı bireyler çekinik fenotipli olduklarından homozigot çekinik genotiplidir (*aa*). 1. ve 2. bireyler 3. bireyden dolayı heterozigot olmak zorundadır. 5. birey 7. bireyden dolayı, 8. birey 6. bireyden dolayı, 11. ve 12. bireyler 14. bireyden dolayı heterozigot genotiplidir (*Aa*). 4, 9, 10, 13 ve 15 numaralı bireylere kontrol çaprazlaması yapılmalıdır. Bu bireyler baskın fenotipli olduklarından genotipleri kesin olarak yazılamaz. Genotipleri *AA* ya da *Aa* şeklinde olabilir.

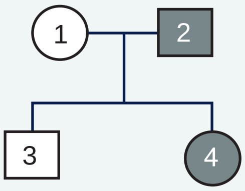
ALIŞTIRMA

Yanda verilen soyağacında belirli bir özelliği, fenotipinde gösteren bireyler koyu renkli gösterilmiştir.

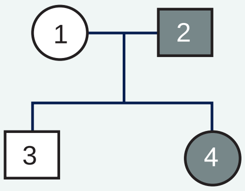


Buna göre

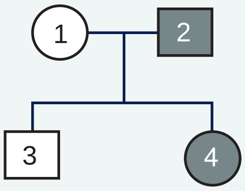
a) Otozomal çekinik bir genin kalıtımına göre bireylerin genotiplerini yanda verilen soyağacına yazınız.



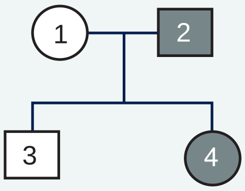
b) X'e bağlı çekinik bir genin kalıtımına göre bireylerin genotiplerini yanda verilen soyağacına yazınız.



c) Otozomal baskın bir genin kalıtımına göre bireylerin genotiplerini yanda verilen soyağacına yazınız.



ç) X'e bağlı baskın bir genin kalıtımına göre bireylerin genotiplerini yanda verilen soyağacına yazınız.



d) Bu soyağacında Y'ye bağlı bir genin kalıtımına göre bireylerin genotiplerini neden yazamayacağınızı kısaca açıklayınız.

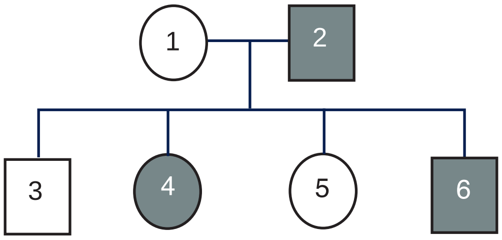
....

....

....

ALIŞTIRMALAR

1. Yandaki soyağacında koyu renkli olarak gösterilen bireyler, X'e bağlı çekinik bir genle kalıtılan hemofili hastalığını fenotipinde göstermektedir.



Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Hangi bireyler taşıyıcıdır?

....

b) 2 numaralı bireyin taşıdığı hemofili hastalığı geni hangi bireylere aktarılır? Nedeniyle açıklayınız.

....

....

c) Erkek çocukların %50'sinin sağlıklı, %50'sinin hemofili olmasının nedenini açıklayınız.

....

....

2. Kırmızı yeşil renk körlüğü X'e bağlı çekinik genle kalıtılan bir hastalıktır.

Buna göre

I. Erkek çocukların % 100'ünün renk körü
II. Kız çocukların % 100'ünün taşıyıcı olduğu bir ailede

a) Anne ve babanın genotipini bulunuz.

....

....

b) Ailenin soyağacını çizerek bireylerin genotiplerini soyağacında gösteriniz.

2.1.2. GENETİK VARYASYONLARIN BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ AÇIKLAMADAKİ ROLÜ

Ekosistemdeki tüm canlı çeşitliliği **biyolojik çeşitlilik** olarak tanımlanır (Görsel 2.32). Biyolojik çeşitliliğe yol açan faktörlerden biri genetik çeşitliliktir. Türler arasında ya da tür içinde canlıların genotiplerinin farklı olması genetik çeşitliliğe yol açar. Biyolojik çeşitlilik tür, genetik, ekosistem ve ekolojik niş çeşitliliklerini içine alan bir terimdir. Tür çeşitliliği bir bölgede bulunan türlerin çeşit ve sayısını ifade eder. Genetik çeşitlilik aynı türün bireylerindeki genetik farklılıkları kapsar. Ayrıca aynı türün başka alanlara uyum sağlamış popülasyonları arasındaki genetik varyasyonları da içerir. Ekolojik çeşitlilik ekosistemde bulunan farklı türlerin zenginliğini ifade eder. Ekolojik niş çeşitliliği ise ekosistemdeki farklı işlevleri olan türleri kapsar.

Görsel 2.32: Biyolojik çeşitlilik

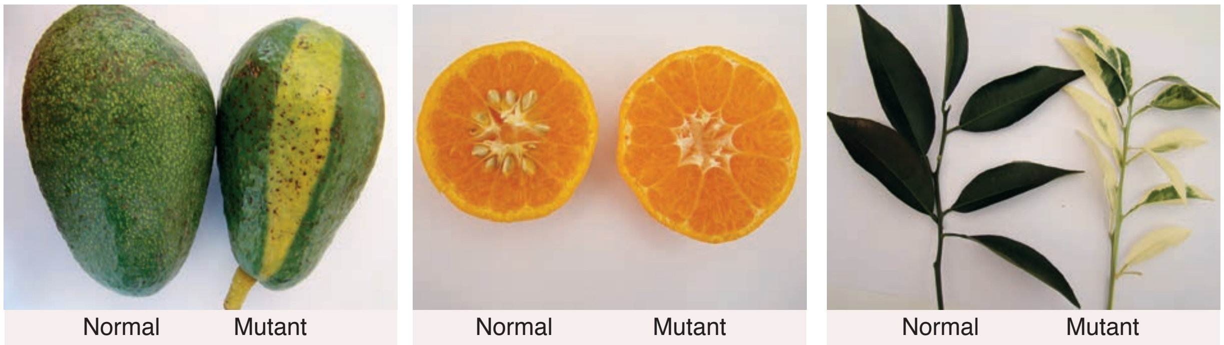
Eşeyli üreyen canlıların yavrularında ana babaya ait özelliklerden farklı özellikler oluşur. Başka bir deyişle bir tür içinde farklı, yeni gen kombinasyonları oluşur. Aynı türün bireyleri arasında farklılıklara yol açan genetik çeşitliliklerin nedeni rekombinasyondur. **Rekombinasyon** yeni genetik kombinasyonların oluşmasıdır.

Tür içi farklılıklara **varyasyon** denir. Bireyler arasında genler veya DNA parçalarının yapısındaki farklılıklara **kalıtsal varyasyon** denir. Rekombinasyonlar sonucu ortaya çıkan farklılıklar kalıtsal varyasyona yol açar. Kalıtsal varyasyonlar genetik çeşitliliğe hizmet eder. İnsanlar arasında görülen genetik farklılıklar her bir bireyin özel ve tek olmasını sağlar. Bireylerdeki bu farklılıkların doğal olduğu ve saygı ile karşılanması gerektiği unutulmamalıdır. Varyasyonların bazıları kalıtsal değil fenotipiktir ve genetik çeşitliliğe de katkısı yoktur. Çünkü genlerin yapısında değişme olmadığı için kalıtsal değildir. Kalıtsal olmayan, genin işleyişinde meydana gelen bu değişimlere **modifikasyon** denir. Çuha çiçeğinin farklı sıcaklıklarda farklı renklerde çiçek açması, pH değeri farklı toprakta ortanca bitkilerinin değişik renkte çiçek açması (Görsel 2.33), insanların güneş altında derilerinin bronzlaşması, tek yumurta ikizlerinin farklı seviyede zekâya sahip olması modifikasyon örneğidir.

Görsel 2.33: Ortanca

Canlı alemlerinde kalıtsal varyasyonların oluşmasında etkili olan birden fazla faktör vardır. Krossing over ile farklı alellere sahip kromozomlar oluşur. Homolog kromozomların mayoz I'de rastgele ayrılarak yavru hücrelere geçmesi varyasyonun bir başka nedenidir. Krossing over geçiren hücrede mayoz II'de kardeş kromatitler rastgele yavru hücrelere dağılır. Bu şekilde farklı genetik özelliğe sahip gametlerin oluşması kalıtsal varyasyona katkı yapar. Döllenmede yumurtanın rastgele bir spermle birleşmesi farklı genetik özelliklere sahip bireylerin oluşmasını sağlar.

Prokaryotlarda kalıtsal çeşitlilik mutasyon ve bakterilerin birbirlerine gen aktarımı gibi olaylar sonucu ortaya çıkabilir. DNA'nın nükleotit diziliminde meydana gelen değişmelere **mutasyon** denir. Bitkilerde görülen mutasyon örnekleri Görsel 2.34'te verilmiştir. Mutasyonlar genlerdeki değişikliklerin yanı sıra kromozom yapısı ve kromozom sayısındaki değişiklikleri içerir. Vücut hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar sadece o canlıyı etkilerken üreme ana hücrelerinde ve gametlerde meydana gelen mutasyonlar yavrulara aktarılır. Mutasyonların çoğu ölümcüldür, çok azı ise canlının çevreye uyum yeteneğini artırmasına hizmet eder ve popülasyonda devam eder. Bir genin aleli mutasyona uğradığı zaman homozigot durumda ölümcül ise yeni döllere geçemez.



Avokado Mandarin Cara cara portakalı yaprakları

Görsel 2.34: Bitkilerde mutasyon örnekleri

Mutasyona neden olan maddeler **mutajen** olarak adlandırılır. Radyasyon, bazı ışınlar (ultraviyole, beta, gama, X ışınları gibi), zararlı kimyasallar (formaldehit, nitrik asit gibi), uyuşturucu maddeler, bazı ilaçlar, pH, ısı değişimleri ve bazı virüsler mutajenik faktörlere örnektir. İnsanlar günlük hayatlarında mutasyona neden olan bu gibi faktörlerle karşı karşıya kalabilir. Bireylerin hem kendi hem de diğer bireylerin sağlığını, çevreyi ve doğal hayatı koruması açısından bu konuda sorumluluk almaları gerekir. Yaşam biçimlerini, beslenmelerini, alışkanlıklarını kontrol altında tutabilen özdenetimi gelişmiş bireyler, bu sorumlulukları yerine getirebilir.

ARAŞTIRMA

Canlılarda görülen varyasyonların kaynaklarını araştırarak bu kaynakların genetik çeşitliliğe olan etkilerini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Ekler bölümünde verilen öğrenci öz değerlendirme ve araştırma raporu değerlendirme formlarını doldurunuz.

ETKİNLİK 2.2: Çevrenin Kalıtıma Etkisi

Amaç: Çevrenin kalıtıma olan etkisini gözlemlemek.

Ön Hazırlık

Akvaryumlar hazırlanarak deney grubu 1 ve 2 olarak numaralandırılır.

Güvenlik Önlemleri

Araç Gereç

- Çiçek açmamış özdeş çuha çiçeği bitkileri
- 30x50x50 cm boyutlarında 3 adet akvaryum
- Üç adet kum altı ısıtıcısı
- Üç adet termometre
- Üç adet 100 W ampul

Uygulama Basamakları

1. ve 2. Haftalar

- ✓ Çuha çiçeği bitkilerinden birisi kontrol diğer ikisi deney grubu olarak belirlenir.
- ✓ Kontrol grubu olarak seçilen çuha çiçeğinin oda sıcaklığında normal bakımı sağlanır.
- ✓ Deney grubu bitkileri ayrı ayrı akvaryumlara yerleştirilerek ısı yalıtımları sağlanır.
- ✓ Sıcaklığı sağlamak için akvaryumlara ısıtıcılar uygun şekilde yerleştirilir.
- ✓ Sıcaklığı ölçmek için akvaryumlara uygun şekilde termometreler yerleştirilir.
- ✓ 1. deney grubu 30-35 °C, 2. deney grubu 15-20 °C sıcaklık aralığında yetiştirilir.
- ✓ Ampüller uygun mesafe ve açıda akvaryumların üzerine yerleştirilerek ışık kaynağı oluşturulur. Tüm bitkilerin aydınlatma seviyesi ve açısı aynı olmalıdır.
- ✓ Deney grupları arasında bağımsız değişken olarak sadece sıcaklığın farklı olması sağlanır; diğer etkenler (ışık, su, toprak vb. koşullar) aynı olmalıdır.
- ✓ Bitkiler iki hafta süreyle günlük olarak gözlemlenir ve gözlemlenen değişiklikler kaydedilir.

3. ve 4. Haftalar

- ✓ Bitkilerin sıcaklık değerleri değiştirilerek 1. deney grubu 15-20 °C, 2. deney grubu 30-35 °C sıcaklık aralığında yetiştirilir ve diğer etkenler aynı olmalıdır.
- ✓ Bitkiler iki hafta süreyle günlük olarak gözlemlenir ve gözlemlenen değişiklikler kaydedilir.

Sonuç ve Tartışma

1. **Kontrol grubundaki çuha çiçekleri hangi renk çiçek açtı?**
2. **Birinci ve ikinci deney grubundaki çuha çiçekleri hangi renk çiçek açtı?**
3. **Hangi gruptaki çiçekler kontrol grubundan farklı renklerde çiçek açtı?**
4. **Çuha çiçeklerinin farklı renklerde çiçek açmasının nedeni ne olabilir?**

Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıda harfler ile verilen ifadeleri numaralar ile verilen ifadelerle eşleştiriniz.

1. Eşleşmeyen kavramın tanımını da siz yazınız.

a) Bir karakter için farklı alellere sahip bireyler

b) Aynı genotipe sahip bireylerin çaprazlanması

c) Kromozomlar üzerinde genlerin yer aldığı bölge

ç) Belirli bir protein için şifre veren DNA parçası

d) Canlıda genler ve çevre etkisiyle oluşan dış görünüş

e) Genotipte yer alıp etkisini fenotipte gösteremeyen gen

1. Gen
2. Çekinik gen
3. Eş baskın
4. Kendileştirme
5. Lokus
6. Fenotip
7. Heterozigot

Eşleşmeyen kavram:

....

Tanımı:

....
....
....
....

2. Bezelyelerde uzun boy (*A*) kısa boya (*a*), sarı tohum (*B*) yeşil tohuma (*b*) baskındır. Genler bağımsızdır.

1 *AABb* X *AaBB*	2 *Aabb* X *Aabb*	3 *AaBb* X *AaBb*
4 *aabb* X *AaBb*	5 *AaBb* X *aaBb*	6 *AaBB* X *aabb*

Tabloda çaprazlama örnekleri numaralandırılmıştır. Bu numaraları kullanarak soruları cevaplandırınız.

Çaprazlamaların hangilerinde

a) Her iki özellik bakımından sadece baskın fenotipli yavrular oluşur?.........................
b) Fenotip oranı 9:3:3:1 olur?......................
c) Kısa boylu ve yeşil tohumlu bezelyeler oluşur?......................................
ç) Dört çeşit fenotip oluşur?........................
d) Kısa boylu ve sarı tohumlu bezelyeler oluşur?...
e) İki çeşit fenotip oluşur?...........................
f) Bir çeşit fenotip oluşur?..........................

3. Aşağıda verilen açıklamaları kavramlarla eşleştiriniz.

a) Heterozigot fenotip, homozigot baskın fenotiple aynıdır.
b) Bu yöntemle baskın fenotipli bireylerin genotipi ortaya çıkarılabilir.
c) Heterozigot genotipli bireylerde her iki gende fenotipte etkisini gösterir.

Kavramlar

Tam baskınlık: ……….............................
Eş baskınlık: …………..........................
Kontrol çaprazlaması: ………..................

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

4. BRh$^+$ ve ABRh$^+$ kan gruplarına sahip anne babanın ARh$^+$ ve BRh$^-$ kan grubuna sahip çocukları vardır.
Bu anne babanın B kan gruplu ve Rh antijenli çocuklarının olma olasılığını hesaplayınız. Çaprazlamayı Punnett karesinde gösteriniz.

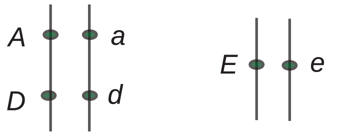
....
....
....
....

♀ ♂				

B. Aşağıda açık uçlu soruların cevabını ilgili alana yazınız.

5. Aşağıdaki görselde bir bireyin iki homolog kromozomu ve üzerinde yer alan genleri görülmektedir.
Bu bireye ait aşağıdaki gametlerden hangilerinin oluşumu, mayoz sırasında krossing over gerçekleştiğini kanıtlar?

(Uygun olanların karşısına (X) işareti koyunuz.)



- *ADe* ( )
- *ade* ( )
- *AdE* ( )
- *aDe* ( )
- *Ade* ( )
- *aDE* ( )
- *ADE* ( )
- *adE* ( )

6. Bir canlı türüne ait *AabbCCDd* genotipli birey ile *AaBbCcdd* genotipli bireyin çaprazlanması sonucu *aaBbCcDd* genotipli oğul dölün oluşma olasılığını hesaplayınız.

....
....
....

7. ***AORrXX*** x ***BORrXY*** **genotipli bireylerin *B0RR* genotipli kız çocuklarının olma olasılığını hesaplayınız.**

....
....
....

8. ARh$^+$ kan gruplu dişi ile BRh$^+$ kan gruplu erkeğin evliliklerinden ORh$^-$ kan gruplu çocukları olmuştur.
Buna göre bu çiftin *AORr* genotipli kız çocuğu olma olasılığını hesaplayınız.

....
....
....
....

9. *aaDdKk* genotipli dişi birey ile *AaDDkk* genotipli erkek birey çaprazlanıyor.

Çaprazlama sonucunda

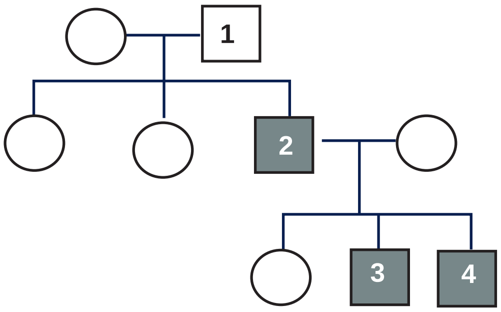
a) Kaç farklı fenotip oluşabilir?
....

b) Kaç farklı genotip oluşabilir?
....

c) aDk fenotipinde bir birey oluşma olasılığını hesaplayınız.
....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

10. Aşağıda verilen soyağacında Y kromozomunda taşınan bir özelliğin 1 numaralı bireyde görülmeyip 2, 3 ve 4 numaralı bireylerde görülmesinin nedenini açıklayınız.



....
....
....
....
....
....

11. Aşağıda verilen örneklerden hangisi varyasyona hangisi modifikasyona örnektir? Nedeniyle açıklayınız.

a) Bir çuha çiçeği türü, sıcaklığın 15-20 °C olduğu ortamda kırmızı, 30 °C'den yüksek olduğu ortamda beyaz çiçek açmaktadır.

b) Tavşanlarda kürk rengi himalaya, gümüşi, yabani, albino olmak üzere 5 çeşit fenotiple ortaya çıkmaktadır.

....
....
....
....
....
....

12. Kontrol çaprazlaması hangi amaçla yapılır? Kontrol çaprazlamasının bitki ve hayvan yetiştiriciliğinde sağladığı yararlar nelerdir?

....
....
....
....
....
....
....
....
....

13. X kromozomuna bağlı karakterlerin kalıtımında bu karakterlerin doğrudan babadan oğula geçmemesinin nedenini açıklayınız.

....
....
....
....
....
....

14. Kırmızı yeşil renk körlüğü X kromozomu üzerinde çekinik bir genle kalıtılan bir hastalıktır.

Kırmızı yeşil renk körlüğünün erkeklerde dişilere göre daha fazla görülme nedenini açıklayınız.

....
....
....
....
....
....
....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

15. ve 16. soruları metni okuyarak cevaplayınız.

"Genetik bir hastalık olan Akdeniz anemisi (talasemi) otozomlarda taşınan çekinik bir genle kalıtılır. Hastalarda hemoglobin yapımı yeterli düzeyde değildir. Bu nedenle kırmızı kan hücrelerinin şekli de bozulur. Sıtma hastalığına neden olan plazmodyum parazitleri normal bireylerde kırmızı kan hücrelerinde hastalık oluşturabilirler. Ancak Akdeniz anemisi hastasının kırmızı kan hücrelerine yerleşemediklerinden hastalık oluşturamazlar. Bu nedenle Akdeniz anemisi hastaları sıtmaya yakalanmaz."

15. Sıtma salgınları ile Akdeniz anemisi arasında nasıl bir bağlantı olabilir?

....
....
....
....
....
....
....
....

16. Genetik bir hastalık olan Akdeniz anemisinin Akdeniz bölgesinde daha yaygın görülmesinin nedenlerini açıklayınız.

....
....
....
....
....
....
....
....
....

17. ve 18. soruları metni okuyarak cevaplayınız.

"Bazı tavşan ırklarında vücut sıcaklığının daha düşük olduğu ayak, kulak ve kuyrukta kürk rengi siyahtır. Vücudun diğer bölümlerinde ise kürk rengi beyazdır. Beyaz tüyler tıraş edilerek bu kısma buz yastığı konulduğunda çıkan tüylerin beyaz değil siyah olduğu görülür."

17. Buz yastığının altındaki beyaz tüylerin siyah çıkmasını aşağıdaki ifadelerden hangileri ile açıklarsınız? Nedeniyle ifade ediniz.

I. Sadece genlerin etkisi ile meydana gelmiştir.
II. Sadece çevrenin etkisi ile meydana gelmiştir.
III. Hem çevrenin hem genlerin etkisi ile meydana gelmiştir.

....
....
....
....
....
....
....
....

18. Tüy renginde meydana gelen bu değişiklik hangi kavramla açıklanabilir? Bu kavramı açıklayıcı başka bir örnek veriniz.

....
....
....
....
....
....
....
....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

19. Sinir sistemi hastalıklarından olan Huntington hastalığı otozomal baskın bir alelin neden olduğu genetik bir bozukluktur.

Aşağıda genotipleri verilen ebeveynlerin Huntington hastası çocuklarının olma olasılığını bulunuz.

a) *Hh × hh*
b) *HH × Hh*
c) *Hh × Hh*
ç) *HH × hh*

....
....
....
....
....
....

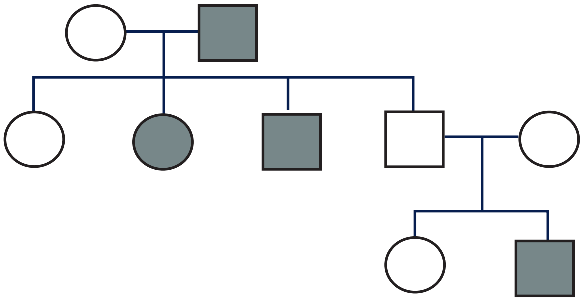
C. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

20. "İnsanlarda beyin hücrelerindeki lipitlerin yıkımı ve yenilenmesini sağlayan bir enzimin eksikliğinde Tay Sachs hastalığı ortaya çıkar. Bu hastalık felç ve erken yaşta ölüme neden olur. Tay Sachs hastalığının nedeni otozomal kromozomlarda çekinik olarak etkisini gösteren bir gendir."

Bu hastalık bakımından heterozigot genotipli bir çiftin Tay Sachs hastası çocuğunun ve taşıyıcı çocuğunun olma olasılığı nedir?

	Hasta olma olasılıkları	Taşıyıcı olma olasılıkları
A)	¼	²⁄₄
B)	½	¼
C)	¾	²⁄₄
D)	⅛	¾
E)	¼	⅛

21. Aşağıdaki soyağacında içi koyu olarak gösterilen bireyler bir özellik bakımından aynı fenotipi göstermektedir.



Bu özelliğe neden olan gen

I. Y kromozomunda taşınır.
II. X kromozomunda çekinik olarak taşınır.
III. Otozomal kromozomlarda çekinik olarak taşınır.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

22. Kırmızı yeşil körü olmayan anne ile babanın kırmızı yeşil renk körü çocukları doğduğuna göre

I. Kız çocuklarında kırmızı yeşil renk körü hastalığı görülmez.
II. Anne taşıyıcıdır.
III. Kırmızı yeşil renk körü erkek çocuklarının olma olasılığı ¾' tür.

yorumlarından hangileri yapılamaz?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları geri dönerek tekrarlayınız.

3. ÜNİTE

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

1. BÖLÜM: EKOSİSTEM EKOLOJİSİ
2. BÖLÜM: GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN
3. BÖLÜM: DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

1. BÖLÜM

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Ayrıştırıcı
- Besin ağı
- Besin piramidi
- Besin zinciri
- Biyolojik birikim
- Ekosistem
- Enerji piramidi
- Heterotrof
- Holozoik
- Madde döngüsü
- Ototrof

HAZIR MISINIZ?

○ Çevresiyle etkileşimi olmadan yaşayan canlılar olabilir mi? Neden?

○ Ekolojik dengenin bozulmasına yol açan faktörler neler olabilir?

○ İnsan hangi besin kaynaklarına ihtiyaç duyar?

○ Su döngüsündeki aksama canlı yaşamını nasıl etkiler?

1. BÖLÜM

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

> İnsan, var olduğu andan itibaren çevresi ile etkileşim hâlindedir. Bu etkileşim, nüfusa ve teknolojik olarak gelinen seviyeye göre değişiklik gösterir. İnsanın doğa üzerindeki etkisi sınırlı olmakla birlikte normal koşullarda doğa kendisini onararak insanların olumsuz etkilerini ortadan kaldırabilmektedir.
>
> Bu bölümde ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi ve canlılardaki beslenme biçimlerini örneklerle açıklayabileceksiniz. Ekosistemdeki madde ve enerji akışını analiz ederek madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliği arasındaki ilişkiyi kurabileceksiniz.

3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

Ekoloji, Yunanca yaşanılacak yer anlamına gelen oikos ile bilim anlamına gelen logos sözcüklerinin birleşmesiyle oluşmuştur. Canlıların birbirleri ve cansız çevreleriyle etkileşimlerini, yaşamın devamlılığını sağlayan madde ve enerji döngülerini inceleyen bilim dalına **ekoloji** denir. Ekoloji yeni bir bilim dalı olsa da ekolojik yaklaşım ve yöntemler oldukça eskidir. Canlıların çevreleriyle ve kendi aralarında etkileşim içinde oldukları çok eskiden beri bilinmektedir. Aristoteles kâinatın bir bütün olduğunu, kâinattaki unsurların döngü içerisinde olduklarını, canlı varlıkların ortama uyum sağladıklarını ve canlıların kendi aralarında yaşam için mücadele ettiklerini belirtir. Orta Çağ'da yaşamış ünlü İslam düşünürü İbni Sina, eserlerinde havanın etkileri ve tıbbi ekoloji üzerinde durur.

Yeryüzündeki denizler, nehirler, göller, dağlar, ormanlar ve çöller canlıların barındıkları yerlerdir. Canlıların doğal yaşam sınırı atmosferde (hava küre) 10 km yükseklik, litosferde (taş küre) 7 km ve hidrosferde (su küre) 5 km derinlik olarak kabul edilir. Ekoloji; biyosfer, biyom, ekosistem, komünite, popülasyon ve organizma olarak büyükten küçüğe doğru sıralanan ekolojik kavramları inceler. Yeryüzünde canlı türlerinin oluşturduğu ve bu canlıların yaşadıkları alanların toplamına **biyosfer** (ekosfer) denir. Kendine özgü iklim özelliklerine ve canlı türlerine sahip büyük ölçekli kara ya da su ekosistemlerine **biyom** adı verilir. Biyomlara örnek olarak tropikal yağmur ormanları ve tundra verilebilir.

Belirli bir çevrede yaşayan tüm canlı ve cansızların birlikteliğine **ekosistem** denir. Kıtalar, okyanuslar, göller, ormanlar ve çayırlar ekosisteme örnektir (Görsel 3.1). Doğadaki tüm ekosistemler birleşerek biyosferi oluşturur. Bir ekosistem tipinden başka bir ekosistem tipine geçiş bölgesine **ekoton** denir. Orman ekosisteminden nehir ekosistemine geçiş bölgesindeki bataklık alan ekotona örnek verilebilir.

Okyanus ekosistemi

Orman ekosistemi

Görsel 3.1: Ekosistem örnekleri

Belirli bir alanda uyum içinde yaşayan popülasyonların oluşturduğu topluluğa **komünite** denir. Örneğin Abant Gölü'nde bulunan bakteriler, planktonlar, böcekler, kurbağalar, balıklar ve bitkiler gölün komünitesini oluşturur (Görsel 3.2).

Görsel 3.2: Abant Gölü

1. BÖLÜM

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

Bir ekosistemde çeşitli canlı türleri yaşamını sürdürür. Belirli bir alanda yaşayan aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluğa **popülasyon** denir. Van'da yaşayan Van kedileri (*Felis catus* - Felis katus), Karadeniz'de yaşayan sardalyalar *(Sardina pilchardus* - Sardina bilçardus*)* ve Abant Gölü'ndeki beyaz nilüferler (*Nymphaea alba* - Nimfaye alba) popülasyon örnekleridir (Görsel 3.3).

Van kedileri

Sardalyalar

Beyaz nilüferler

Görsel 3.3: Popülasyon örnekleri

Ekolojik birimler birbirinden bağımsız değildir. Ekolojik birimlere birçok örnek verilebilir. Bazı örnekler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Ekolojik Birimler

Biyosfer	Dünya üzerinde canlıların yaşadığı alanların tümü
Biyom	Anadolu'daki iğne yapraklı orman biyomu
Ekosistem	Toros Dağları'ndaki orman ekosisteminde tüm canlılar ve toprak, su, mineraller gibi cansız çevre faktörleri
Komünite	Toros Dağları'ndaki sedir ağaçları, karaçamlar, tilkiler, alageyikler ve baykuşlar gibi canlı popülasyonları
Popülasyon	Toros Dağları'ndaki karaçam bitkilerinin oluşturduğu topluluk
Organizma	Karaçam (*Pinus nigra*)

ALIŞTIRMA

1. Tablo 3.1'i inceleyiniz. Aşağıda verilen tablodaki boşluklara yaşadığınız çevreyi de içeren birer örnek yazınız.

Biyosfer	
Biyom	
Ekosistem	
Komünite	
Popülasyon	
Organizma	

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

3.1.1 EKOSİSTEMİN CANLI VE CANSIZ BİLEŞENLERİ

Ekosistem, canlı (biyotik) ve cansız (abiyotik) faktörlerden oluşur. Ekosistemi kavrayabilmek için organizmaların dağılımının, tür çeşitliliğini etkileyen canlı ve cansız faktörlerin bilinmesi gerekir. Ekosistemlerdeki canlı faktörler üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılardır. Toprak, mineraller, güneş ışığı, sıcaklık, iklim ve su ekosistemin cansız faktörleridir.

Bir göl ekosistemindeki (Görsel 3.4) canlı faktörlere gölde yaşayan balık popülasyonları ve su kuşları; cansız faktörlere, göl suyunun sıcaklığı ve suyun mineralleri örnek verilebilir.

Görsel 3.4: Göl ekosistemi

Ekosistemdeki Canlı Faktörler

Bir ekosistem içerisinde bulunan ve birbirlerini etkileyen canlı varlıkların tümüne **canlı faktör** denir. Ekosistemin canlı faktörleri üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar olarak üç grupta incelenir.

İnorganik maddelerden organik madde sentezi yapabilen canlılara **üreticiler** (ototrof canlılar) denir. Üreticiler, fotosentez veya kemosentez olaylarını gerçekleştirerek kendi besinlerini yapmaları yanında atmosferin karbondioksit ve oksijen dengesini de sağlarlar. Üreticiler; karasal ekosistemlerde yeşil bitkiler, sucul ekosistemlerde siyanobakteriler ve alglerdir. Yeşil bitkiler, bazı bakteri, arke ve protist türleri üretici canlı örnekleridir.

Kendi besinini üretemeyen, besinlerini bulundukları ortamdan hazır alan canlılara **tüketiciler** (heterotrof canlılar) denir. Hayvanlar, mantarlar, bazı protistler ve bazı bakteriler heterotrof canlılardır. Heterotrof canlılar, besinlerini alma şekline göre holozoik, simbiyotik ve ayrıştırıcı canlılar olarak üç gruba ayrılır.

Ekosistemdeki Cansız Faktörler

Bir ekosistemde canlılar dışında kalan ve canlıların yeryüzündeki dağılımını, tür çeşitliliğini etkileyen faktörlere **cansız faktörler** denir. Cansız faktörler güneş ışığı, sıcaklık, iklim, toprak, pH, mineraller ve su olarak yedi grupta incelenir. Bazı cansız faktörler daha çok kara ekosistemlerinde tür çeşitliliğini ve dağılımını belirler. Örneğin rüzgâr genellikle karada etkili olan iklimle ilgili cansız faktördür. Rüzgâr, buharlaşma ile organizmanın su kaybı oranını artırdığı ve bitki tohumlarının yayılışında da etkili olduğu için tür çeşitliliğini etkiler.

Güneş ışığı

Tüm organizmalar yaşamak için kullanılabilir bir enerji kaynağına ihtiyaç duyar. Ekosistemde enerjinin ana kaynağı çoğunlukla güneştir. Güneş ışığından gelen ve fotosentez işlemi sırasında klorofil tarafından yakalanan güneş enerjisi, ekosistemlerin çalışmasına olumlu katkı yapar. Fotosentez yapan üretici canlılar, ışık enerjisini kullanarak inorganik maddelerden organik bileşikler sentezler. Bitkiler karbondioksit ve su gibi inorganik maddeleri kullanarak glikoz gibi organik bileşikleri sentezleyebilir. Ekosistemdeki diğer canlıların büyük çoğunluğu, enerji kaynağı açısından bitkilerin sentezlediği organik maddelere bağımlıdır.

Güneş ışınlarının eksikliği kara ekosistemlerindeki bitkilerin büyümesini sınırlayan önemli bir faktördür. Orman ekosistemlerinde ışık dağılımı, uzun boylu bitkiler tarafından engellendiğinden orman tabanında bulunan otsu bitkiler ışıktan yeteri kadar yararlanamaz. Pek çok bitkide büyüme, gelişme, çiçeklenme ve yaprak dökümü gibi fizyolojik olaylar bitkilerin ışık alma süresine göre belirlenir. Ekosisteme ulaşan ışığın miktarı bitkilerin dağılımını da belirler. Ekosistemdeki hayvanların biyolojik faaliyetleri ışığın şiddetinden ve süresinden etkilenir. Üreme, avlanma ve göç etme gibi faaliyetler ışığa bağlı olarak gerçekleşir. Bazı hayvanlar gündüz bazı hayvanlar gece daha aktiftir. Sucul ekosistemlerde ışık, belirli derinliklerin ötesine geçemediği için tür çeşitliliğini ve sayısını sınırlandırır. Az sayıda ekosistemde temel enerji kaynağını inorganik maddelerin oksitlenmesi ile elde edilen enerji oluşturur.

Sıcaklık

Doğada yıl boyunca mevsime, iklime, yükseltiye, gece ve gündüze bağlı olarak sıcaklık değişiklikleri görülür. Canlılar kendileri için uygun çevre sıcaklığının olduğu ortamlara yerleşip yaşayabilir. Çoğu tür, belirli bir sıcaklık aralığında çoğalır ve dağılım gösterir. Ayrıca sıcaklık; canlıların büyüyüp gelişmesinde, metabolik faaliyetleri üzerinde ve üremesinde belirleyici etkiye sahiptir. Bitkilerin çimlenme ve çiçeklenme dönemleri sıcaklığa bağlı olarak değişirken sıcaklık artışı bazı hayvanlarda metabolizma hızını artırır. Canlıların çoğu küçük sıcaklık değişimlerine uyum sağlama eğilimindedir. Hayvanlarda göç etme, kış uykusuna yatma, üreme, metabolizma hızı ve hareket gibi faaliyetler sıcaklık değişimlerinden etkilenir (Görsel 3.5).

Görsel 3.5: Sıcaklık değişimleri ve hayvanlarda göç faaliyetleri

İklim

İklim; bir bölgedeki uzun süreli nem, yağış, rüzgâr yönü ve sıcaklık gibi atmosferik koşulların ortalamasını ifade eder. Bu atmosferik koşullar, organizmaların belirli bir ortamda yaşamasına ve çoğalmasına olanak verir. İklim, organizmaların yeryüzünde dağılımı ve çoğalmasında belirleyicidir. Güneş enerjisi, iklimler üzerinde belirleyici olup sıcaklığın ortaya çıkmasında etkilidir. Ayrıca coğrafi konum, denize olan uzaklık ve dağların özellikleri de iklim üzerinde etkilidir. Ekosistemde geniş alanlarda görülen iklime **makroklima**; özel şartlar nedeniyle farklılık gösteren küçük alanlarda görülen iklime ise **mikroklima** adı verilir.

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

Bir bölgenin iklimi, o bölgede yaşayan canlı türlerini ve bu canlı türlerinin dağılımını doğrudan etkiler. Bol yağış alan ılıman bölgelerde bitki ve hayvan popülasyonları, tür sayısı ve çeşitliliği bakımından zengindir. Çöl ikliminin görüldüğü bölgelerde ise popülasyonların tür sayısı ve çeşitliliği sınırlıdır. Canlılar iklim özelliklerine karşı fizyolojik ve morfolojik adaptasyonlar geliştirir. Örneğin çölde yaşayan seguaro kaktüslerinin (*Carnegiea gigantea saguaro* - Karneceya jiganteya seguaro) yaprakları su kaybını azaltmak için iğne şekline dönüşmüştür ve gövdelerinde su depolar (Görsel 3.6). Çöl tilkilerinin (*Vulpes zerda* - Vulpez zerda) kulak kepçeleri, ısı kaybını artırarak vücut sıcaklığını dengelemek için oldukça geniş yüzey alanına sahiptir (Görsel 3.7).

Görsel 3.6: Saguaro kaktüsü

Görsel 3.7: Çöl tilkisi

Toprak ve Mineraller

Yeryüzünü kaplayan kayaçların rüzgâr, su ve sıcaklığın aşındırıcı etkisi ve ortamdaki canlıların faaliyetleriyle toprak oluşur. Toprak canlılara yaşama ortamı ile inorganik besin sağlar. Bitkiler, gerekli mineralleri suyla topraktan alır. Toprağın mineral zenginliği, gözenekli oluşu, su tutma kapasitesi ve tanecik büyüklüğü gibi özellikleri toprağın verimliliğini etkiler. Toprakta yaşayan ayrıştırıcı canlılar toprağı zenginleştirir. Bu durum toprağa bağlı yaşayan bitki örtüsünü zenginleştirir. Toprağın yapısal değişiklikleri ekosistemdeki bitki ve hayvan popülasyonlarının dağılışını etkilediği gibi çeşitliliğini de belirler. Yağış miktarı ve coğrafi özellikler, ayrıştırıcıların faaliyetleri topraktaki mineral madde miktarını etkiler. Toprağın mineral miktarı, pH değeri ve zemin yapısı bitkilerin dağılımında büyük rol oynar. Ayrıca canlılar metabolik faaliyetlerini devam ettirebilmek için minerallere ihtiyaç duyar. Azot ve fosfor azlığı kara ekosistemlerinde üreticilerin dağılışını belirlediği gibi birçok sucul ekosistemde alglerin ve fotosentetik bakterilerin büyümesini sınırlar. Doğada bulunan azot ve fosfor bileşikleri gibi inorganik besinler; fotosentetik bakterilerin, yosunların, bitkilerin dağılımı ve bolluğu üzerinde etkilidir.

pH

Toprağın pH yapısı bitkilerin ve bitkilerle beslenen hayvanların karasal ortamdaki yayılışını sınırlar. Canlıların yaşam alanlarının asitlik ve bazlık derecesi kimyasal maddeler, tarım ilaçları, asit yağmurları ve gübreleme gibi faaliyetlere bağlı olarak değişir. Toprağın ya da topraktaki suyun pH'ı canlıların enzim aktivitesini etkiler. Ortamın pH değişimleri, enzimlerin işlevini sürdürebilecek sınırlar içinde olması gerekir. Ekosistemi oluşturan türler kendileri için ideal pH değerine sahip habitatlarda yayılım gösterir. Bir türün bireylerinin doğal olarak yaşamını sürdürdüğü alana **habitat** denir. Organizmanın yaşadığı; çayır, orman gibi özel tip habitatlara ise **biyotop** denir.

Su

Su ekosistemdeki önemli bir cansız faktördür. Tüm canlılar metabolik faaliyetlerini gerçekleştirebilmek için suya gereksinim duyar. Karasal ekosistemlerde bitkiler, suyu terleme ile sıcaklığı ayarlamada, fotosentezde ve mineralleri topraktan alabilmede kullanır. Bitkiler ekosistemdeki su miktarına göre bazı adaptasyonlar geliştirir. Bitkilerin yaprakları ve diğer kısımlarında kutikula gibi mumsu katmanların bulunması su kaybını azaltmaya yöneliktir. Bitkiler geniş kök sistemleri ile ihtiyaç duydukları suyu topraktan karşılar.

Bir diğer adaptasyon ise ekosistemdeki su miktarına bağlı olarak gelişen yaprak yüzeyi genişliğidir. Fil kulağı bitkisi (*Alocasia odora* - Alokasiya odora) gibi yağışlı ve nemli alanlarda yaşayan bitkilerin yaprak yüzeyleri geniştir. Karaçam gibi kurak ve sıcak alanlarda yaşayabilen bitkilerin yaprak yüzeyleri oldukça dardır (Görsel 3.8). Birçok kara hayvanı su kaybını azaltmak için su geçirmez dış yüzeylere sahiptir. Karasal organizmalar için su hayati öneme sahiptir. Göller, bataklıklar, denizler ve okyanuslar pek çok tür için uygun yaşam alanları oluşturur.

Fil kulağı bitkisi

Karaçam

Görsel 3.8: Bitkilerde yaprak yüzeyi adaptasyonları

Ekosistemlerdeki Değişiklikleri̇n Olası Sonuçları

İnsan faaliyetleri biyosferde beslenmeyle ilgili yapıyı, enerji akışını, kimyasal döngüyü ve tüm türlerin bağlı olduğu ekosistem süreçlerini değiştirir. İnsan, fiziksel olarak dünyanın karasal yüzeyinin neredeyse yarısını değiştirmiş durumdadır. Bazı tahminlere göre insan, 65,5 milyon yıl önce gerçekleşmiş olan büyük asteroit çarpmasının tetiklediği kitlesel yok oluştakinden daha fazla sayıda türü yok olma tehlikesi altına sokabilecektir. Bir bölgedeki tilkilerin kürkleri için aşırı avlanılması sonucu kemirici popülasyonunda artış görülür. Bu durum ekosistemde oluşabilecek değişikliğin yol açtığı olumsuz sonuçlara örnek verilebilir.

Ekosistemlerdeki bozulmanın en güçlü nedeni insan faktörüdür. Tarımsal gelişmeler, bazı ülkelerde geniş çayırlık alanları ortadan kaldırmıştır. Şehirleşme, ağaç kesme, madencilik ve çiftçilik gibi faaliyetler geniş ormanlık alanları, küçük ve birbirinden bağımsız koruluk alanlara dönüştürmüştür.

Karasal ekosistemler kadar sucul ekosistemler de bozulur. Deniz tabanı ve sedimentlerdeki (su tabanındaki organik tortu) mercanlar ve diğer yaşam formları trol avcılığıyla kazınarak sürüklenir. Okyanuslarda bir yılda yaklaşık 15 milyon km^2 lik alanda trol avcılığı yapılır. Bu alan bir yılda yok edilen orman alanlarının yaklaşık 150 katıdır. Bu da habitat ve ekosistemde dengelerin bozulmasına yol açar. Aşırı avlanmadan dolayı okyanuslardaki balık sayısı da azalır.

Seçilecek bir ekosistemi tanıtan sunu hazırlanması

Sınıfınızda beşer kişilik gruplar oluşturunuz. Çevrenizden örnek bir ekosistem seçerek bu ekosistemi ve birimlerini tanıtan sunu hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu sınıfta paylaşınız. Sunu hazırlarken www.eba.gov.tr adresinden yararlanabilirsiniz.

Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz.

3.1.2. CANLILARDAKİ BESLENME ŞEKİLLERİ

Ekosistemdeki canlılar, beslenmek için birbirleriyle doğrudan ya da dolaylı olarak etkileşim içindedir. Ekosistemde bir canlının yürüttüğü faaliyetlere o canlının **ekolojik nişi** denir. Canlılar nişlerine göre üretici, tüketici ve ayrıştırıcı olarak guruplandırılır. Beslenme şekillerine göre ise üretici, tüketici ve hem üretici hem tüketici olmak üzere üç gurupta incelenir.

Tüm üreticiler karbondioksit özümlemesi yapar. Karbondioksit özümlemesi canlının, karbondioksiti kullanarak kendi organik maddelerini üretmesidir. Üreticiler karbondioksit özümlemesi sırasında ışık enerjisi kullanır. Işık enerjisiyle CO_2 ve H_2O gibi inorganik maddelerden organik madde sentezlenmesine **fotosentez**, fotosentez yapan üreticilere de **fotoototrof** (fotosentetik ototrof) **canlılar** denir. Yeşil bitkiler, siyanobakteriler, öglena gibi bazı protistler ve klorofile sahip bakteriler fotosentetik ototrof canlılardır. Fotosentez yapan üreticilerde genellikle klorofil bulunur. Klorofil, ışık enerjisini soğurur; soğurulan bu enerji ATP sentezinde kullanılır ve böylece ATP'deki kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür. Bu ATP molekülleri, organik madde sentezi sırasında enerji kaynağı olarak kullanılır. Fotosentetik ototroflar, ekosistemlerin en büyük oksijen kaynağıdır. Sucul ekosistemlerde karasal ekosistemlerden daha fazla oksijen üretilerek atmosfere verilir. Bazı bakteri türleri, inorganik maddelerin oksidasyonundan elde ettikleri enerjiyle ATP sentezler ve bu ATP moleküllerini karbondioksitten organik madde sentezinde kullanır. Bu olaya **kemosentez**, bu canlılara ise **kemoototrof** (kemosentetik ototrof) **canlılar** denir. Kemosentez yapabilen canlıların tamamı prokaryottur.

Tüketici organizmalar gereksinim duydukları enerjiyi üretici organizmalar veya diğer tüketicilerden karşılar. Tüketici organizmalardan olan holozoik canlılar besinlerini katı parçalar şeklinde alıp sindirim sistemlerinde sindirir. Bu canlılar otçul, etçil ve hem etçil hem otçul olarak üçe ayrılır. Doğrudan üretici canlılarla beslenen tüketicilere **otçul** (herbivor) denir. Keçi, sığır, tavşan, koyun ve at gibi canlılar otçullara örnektir (Görsel 3.9).

Görsel 3.9: Otçul hayvanlar

Besin zincirinde tüketicileri yiyerek beslenen canlılara **etçil** (karnivor) denir. Etçil canlıların sindirim kanalları otçul canlılara göre daha kısadır. Aslan, kızıl kuyruklu şahin, baykuş, kurt ve tilki gibi hayvanlar etçil canlılara örnektir (Görsel 3.10).

Aslan

Kızıl kuyruklu şahin

Görsel 3.10: Etçil hayvanlar

Hem bitkilerle hem de başka hayvanlarla beslenen canlılara ise **hepçil** (omnivor) denir. Bozayı, kuzgun ve insan hepçil canlılara örnektir (Görsel 3.11).

Bozayı

Kuzgun

Görsel 3.11: Omnivor hayvanlar

Hücre dışına salgıladıkları sindirim enzimleriyle organik atıkları parçalayıp inorganik maddeleri açığa çıkaran canlılara **ayrıştırıcılar** denir. Sindirim enzimleri gelişmiş olan ayrıştırıcılar, sindirdikleri besinleri hücre içine alarak metabolik tepkimelerde kullanır. Ayrıştırıcılar oluşan inorganik maddeleri dış ortama verir. İnorganik maddeler bu canlılar sayesinde ekosistemdeki üreticilerin kullanımına tekrar sunulur. Ayrıştırıcı bir mantar olan istiridye mantarı (*Pleurotus ostreatus*) ve ayrıştırıcı bakteriler bu gruba örnek verilebilir (Görsel 3.12). Bu canlılar, ekosistemdeki tüm canlıların ve beslenme basamaklarının üzerinde etkilidir.

Görsel 3.12: İstiridye mantarı

Hem üretici hem tüketici olan canlılar da vardır. Öglena gibi bazı bir hücreli organizmalar yapılarında kloroplast taşır ve ışığın etkisiyle kendi besinini sentezler. Bu yönüyle üreticidir. Işık yokluğunda ise dış ortamdan besinini hazır olarak alabilir. Bu yönüyle de tüketicidir.

ARAŞTIRMA

Çevrenizdeki üretici, tüketici ve ayrıştırıcı canlıları araştırarak aralarındaki beslenme şekillerini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz. Araştırma raporu değerlendirme formunu dikkate alınız.

3.1.3. EKOSİSTEMDE MADDE VE ENERJİ AKIŞI

Ekosistemlerdeki besin zincirlerinde yer alan canlılar arasında bir denge vardır. Bu dengeyi üreticiler besin üreterek, tüketiciler madde aktararak, ayrıştırıcılar da inorganik maddeleri doğaya geri kazandırarak sağlar. Doğadaki madde döngüsünün devamlılığı için ayrıştırıcılara ihtiyaç vardır. Bitki ve hayvan kalıntılarını parçalayan ayrıştırıcıların olmadığı bir ekosistemde canlılık uzun süre devam edemez.

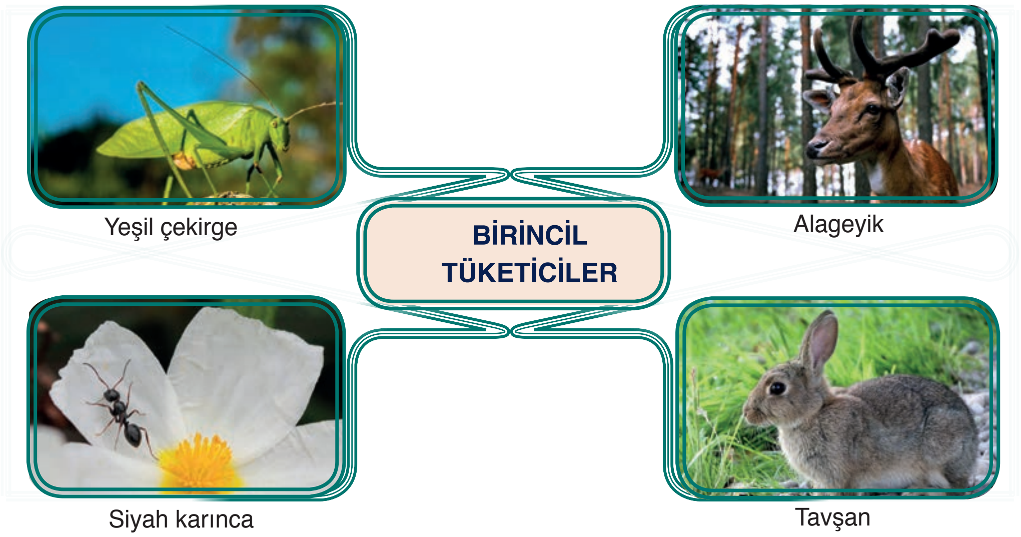
Güneş ışığı, yeryüzündeki komünitelerin çoğunda ana enerji kaynağıdır. Fotosentetik ototrof canlıların güneş enerjisi sayesinde fotosentez yaparak ürettikleri organik maddeler, ekosistemde yer alan ve güneş enerjisini doğrudan kullanamayan tüketiciler için besin ve enerji kaynağı olur (Görsel 3.13). Fotosentetik ototroflar ürettikleri besinlerin bir kısmını kendi solunum ve metabolizmalarında kullanır.

Görsel 3.13: Fotosentez yapan üreticiler

DİKKAT

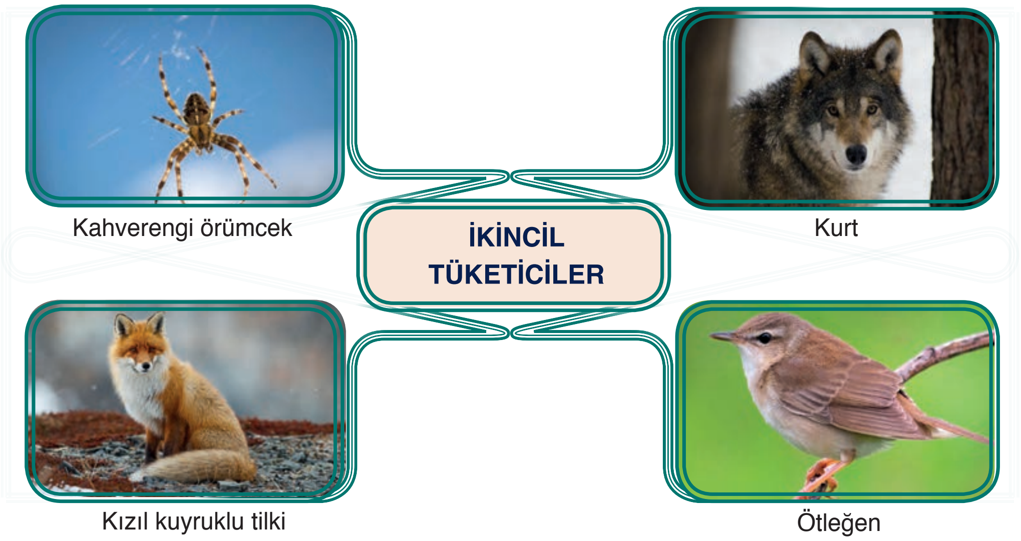
Sucul ekosistemlerdeki mikroskobik fotosentetik ototroflara **fitoplankton**, mikroskobik tüketicilere **zooplankton** denir.

Üreticilerle beslenen otçul canlılara **birincil tüketici** denir. Birincil tüketiciler enerji kaynağı olarak üreticileri kullanır. Yeşil çekirge (*Tettigonia viridissima* - Tettigonya viridissima), alageyik (*Dama dama*) siyah bahçe karıncası (*Lasius niger* - Lasiyus nicır) ve tavşan (*Lepus europaeus* - lepus europayos) birincil tüketicilere örnektir (Görsel 3.14).


Yeşil çekirge
Alageyik
BİRİNCİL TÜKETİCİLER
Siyah karınca
Tavşan

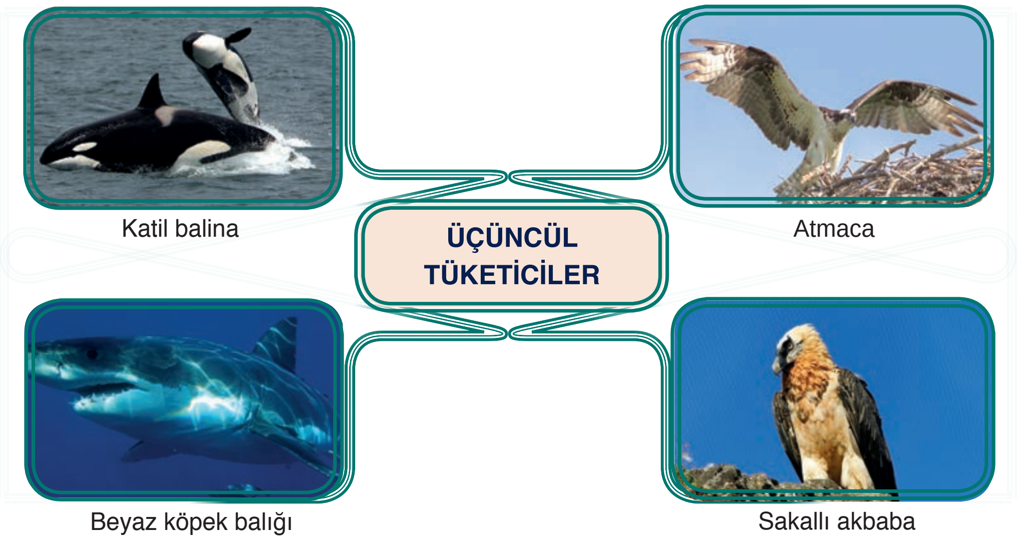
Görsel 3.14: Birincil tüketiciler

Enerji kaynağı olarak otçulları kullanan etçil canlılara **ikincil tüketici** denir. Kahverengi örümcek (*Loxosceles reclusa* - Loksoşılıs reklosa), kurt (*Canis lupus* - Kanis lupus), kızıl kuyruklu tilki (*Vulpes vulpes*) ve ötleğen (*Sylvia communis* - Silvia komunis) gibi canlılar ikincil tüketicidir (Görsel 3.15).


Kahverengi örümcek
Kurt
İKİNCİL TÜKETİCİLER
Kızıl kuyruklu tilki
Ötleğen

Görsel 3.15: İkincil tüketiciler

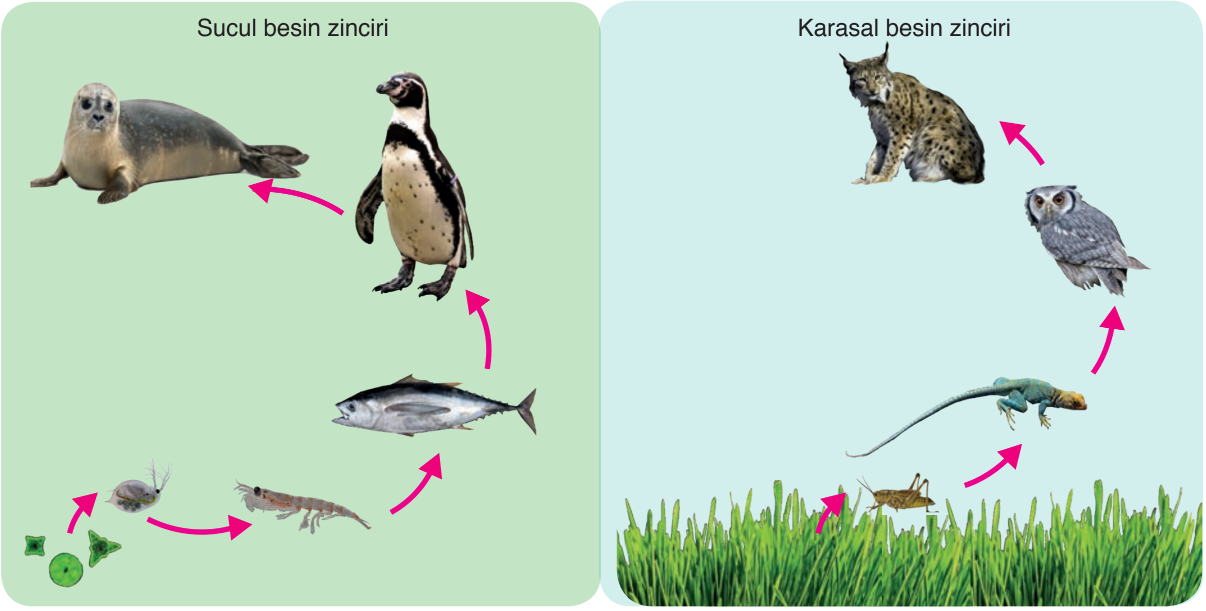
Enerji kaynağı olarak otçul ve etçilleri kullanan canlılar **üçüncül tüketici** olarak adlandırılır. Bu canlılar da etçil olduklarından karnivor grubunda yer alır. Katil balina (*Orcinus orca* - Orkinus orka), atmaca (*Accipiter nisus* - Accibiter nisus), büyük beyaz köpek balığı (*Carcharodon carcharias* - Karçarodın karçariyas) ve sakallı akbaba (*Gypaetus barbatus* - Jipayetus barbatus) gibi canlılar üçüncül tüketicidir (Görsel 3.16).


Katil balina
Atmaca
ÜÇÜNCÜL TÜKETİCİLER
Beyaz köpek balığı
Sakallı akbaba

Görsel 3.16: Üçüncül tüketiciler

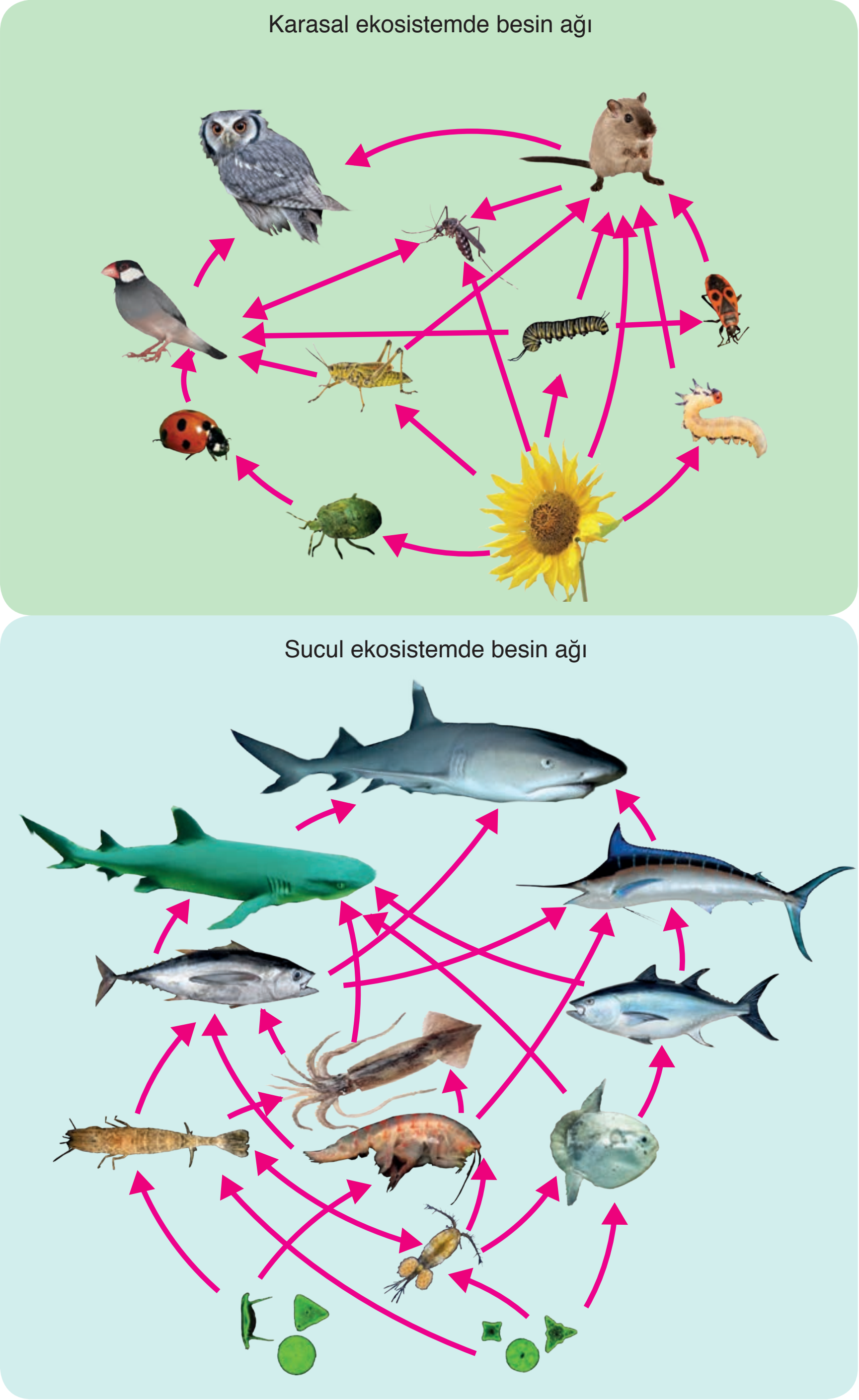
Omnivor canlılar hem etle hem otla beslendikleri için üretici ve tüketicileri enerji kaynağı olarak kullanır. Ayrıştırıcı canlıların enerji kaynağı ise organizmaların atık ürünleri ve ölü organizmalardır. Mantarlar ve bazı bakteriler ayrıştırıcı canlılara örnek verilebilir.

Bir ekosistemde genellikle birbiriyle bağlantılı çok sayıda besin zinciri yer alır. Belirli bir komünitede madde ve enerjinin üreticilerden tüketicilere doğru aktarılmasına **besin zinciri** denir (Görsel 3.17).


Sucul besin zinciri
Karasal besin zinciri

Görsel 3.17: Ekosistemlerde besin zincirleri

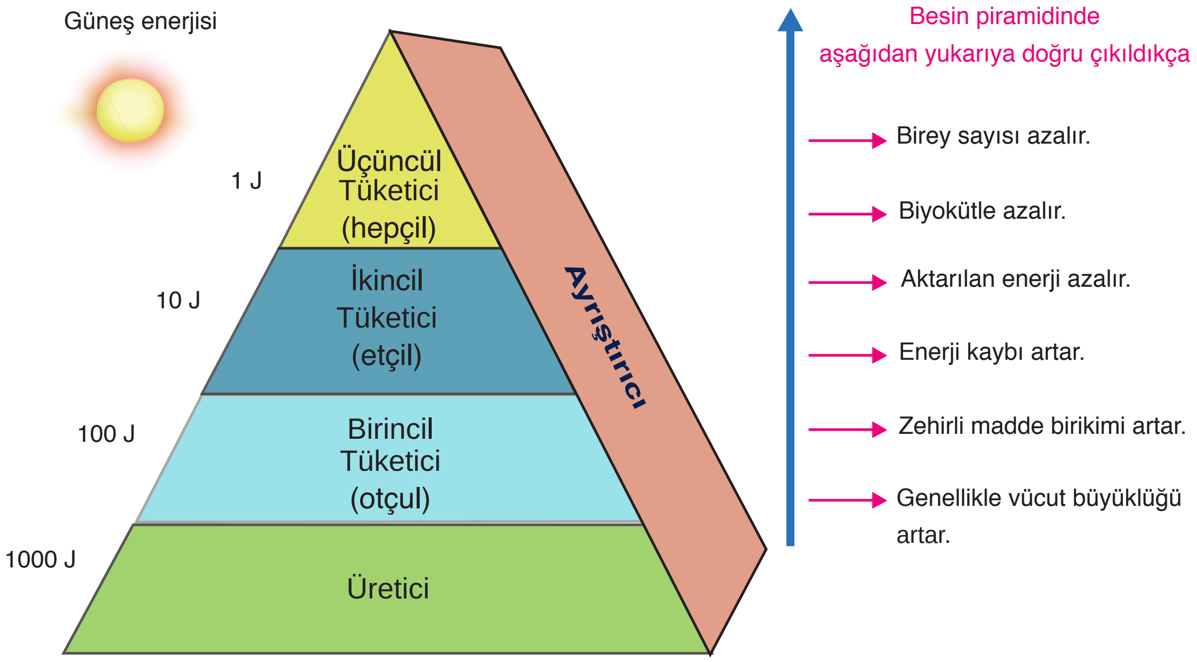
Besin zincirleri birbirlerinden bağımsız değildir. Çok sayıda besin zincirinin bir araya gelerek oluşturdukları yapıya **besin ağı** denir. Komünitelerin çoğunda farklı şekilde birbiriyle etkileşen türler bulunur. Bu nedenle canlılar arası bağlantıların tümünü tek tek saymak ve tanımlamak mümkün değildir. Besin ağının sadeleşmiş şeması, komünitedeki enerji akışının nasıl olduğunu gösterir (Görsel 3.18).


Karasal ekosistemde besin ağı

Sucul ekosistemde besin ağı

Görsel 3.18: Ekosistemlerde besin ağları

Beslenme ilişkisi olan canlıların enerji, sayı ve biyokütle bakımından oluşturdukları piramide **besin piramidi** ya da **ekolojik piramit** denir (Görsel 3.19). Besin piramidinde yer alan basamakların her birine **trofik düzey** (beslenme basamağı) adı verilir. Herhangi bir trofik düzeyde yer alan organik maddelerdeki enerjinin çok az kısmı, bir sonraki trofik düzeydeki canlılara besin olarak aktarılır. Besin ağı içerisinde yer alan her besin zinciri yalnızca birkaç trofik düzeyle sınırlanmıştır. Bunun nedeni zincir boyunca enerji aktarımındaki azalmadır. Üreticiler besin piramidinin birinci trofik düzeyinde, otçullar ikinci trofik düzeyinde yer alır. Besin piramidinin her basamağındaki canlı sayısı farklıdır. Besin zincirinin piramit şeklinde gösterilmesi bu farklılığa dikkat çeker. Büyük yapılı avcı hayvanların, avlarına göre daha az sayıda olduklarını da destekler. Ancak bu piramitler her trofik düzeydeki organizmaların gerçek kütlesini göstermez. Her basamakta kütle ve enerji kaybı söz konusu olduğundan bu tür piramitler genellikle yukarı doğru sivrilir. Bazı özel sucul ekosistemlerde ise piramit terstir. Üretici olan alglerin kütlesi bunların üzerinden beslenen zooplanktonların kütlesinden küçüktür. Alglerin kütlesi daha küçük olmasına karşın üreme ile kendilerini yenileme hızlarının yüksek olması sayesinde daha büyük kütleye sahip zooplanktonlara yetebilir.

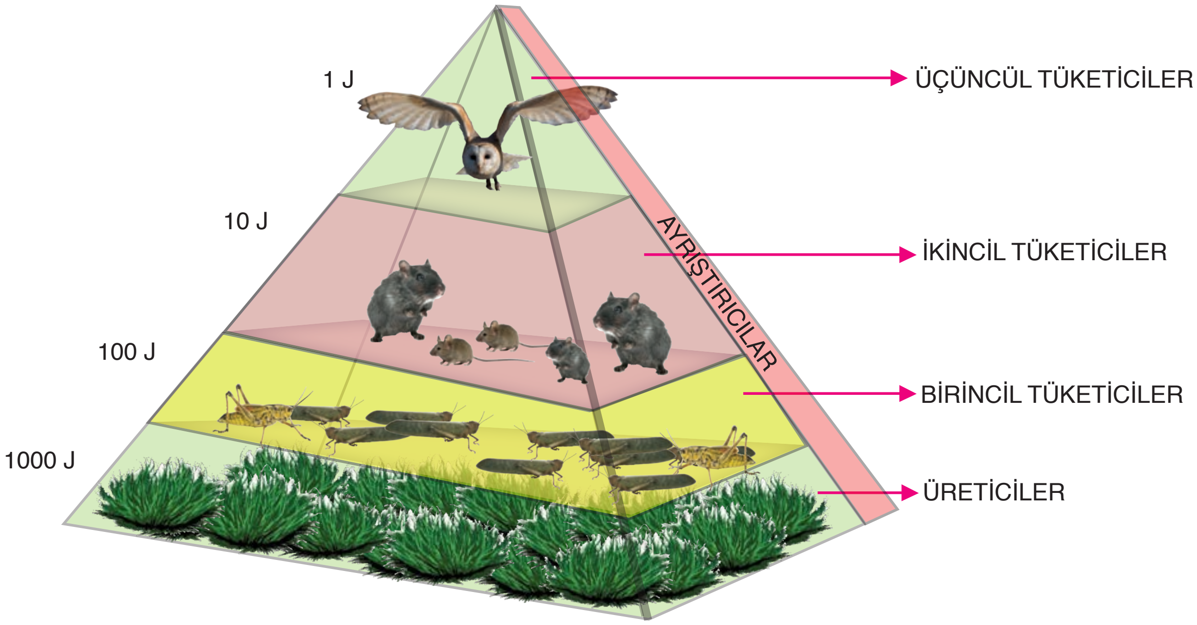

Güneş enerjisi
1 J
Üçüncül Tüketici (hepçil)
10 J
İkincil Tüketici (etçil)
100 J
Birincil Tüketici (otçul)
1000 J
Üretici
Ayrıştırıcı
Besin piramidinde aşağıdan yukarıya doğru çıkıldıkça
Birey sayısı azalır.
Biyokütle azalır.
Aktarılan enerji azalır.
Enerji kaybı artar.
Zehirli madde birikimi artar.
Genellikle vücut büyüklüğü artar.

Beslenme biliminde kalori yerine kullanılan enerji birimi Joule (jul)'dur ve J ile gösterilir.

Görsel 3.19: Besin piramidi

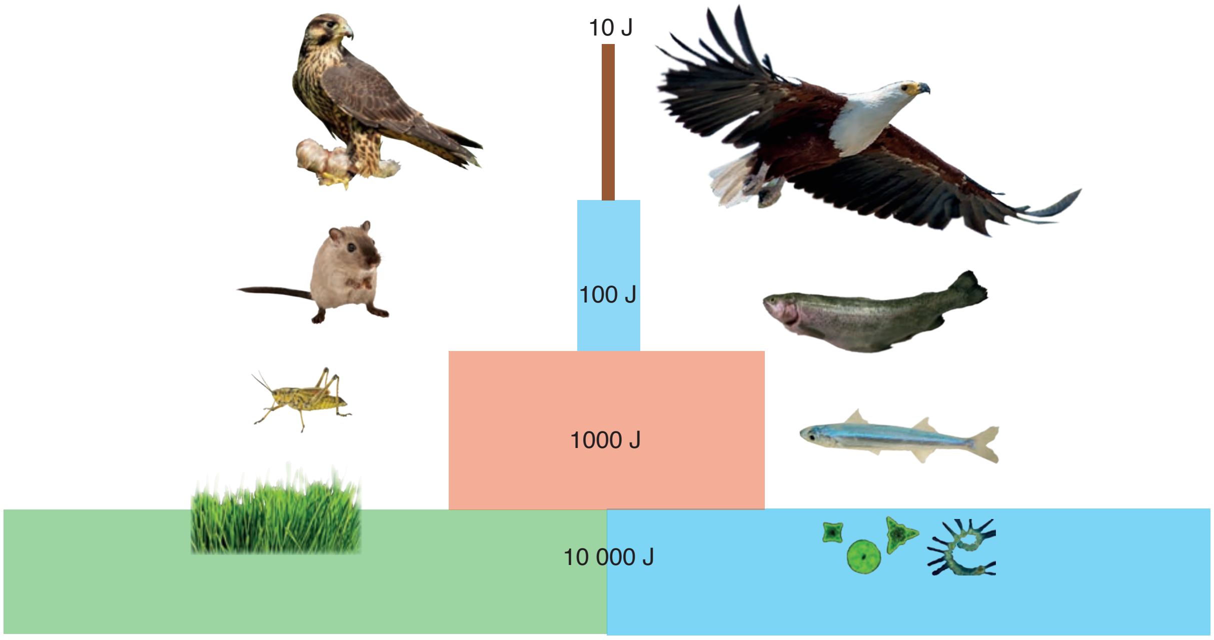
Karekod 3.1: Besin zinciri ve enerji akışı

Trofik düzeyler arasında enerji akış oranını gösteren piramide **enerji piramidi** denir. Ekosistemde besin maddeleri ayrıştırıcılar sayesinde geri dönüşümlü olmasına karşın enerji akışı tek yönlüdür. Her bir trofik düzeyden bir üst düzeye aktarılan enerji, o düzeye giren enerjiden daha azdır (Görsel 3.20).


1 J
10 J
100 J
1000 J
AYRIŞTIRICILAR
ÜÇÜNCÜL TÜKETİCİLER
İKİNCİL TÜKETİCİLER
BİRİNCİL TÜKETİCİLER
ÜRETİCİLER

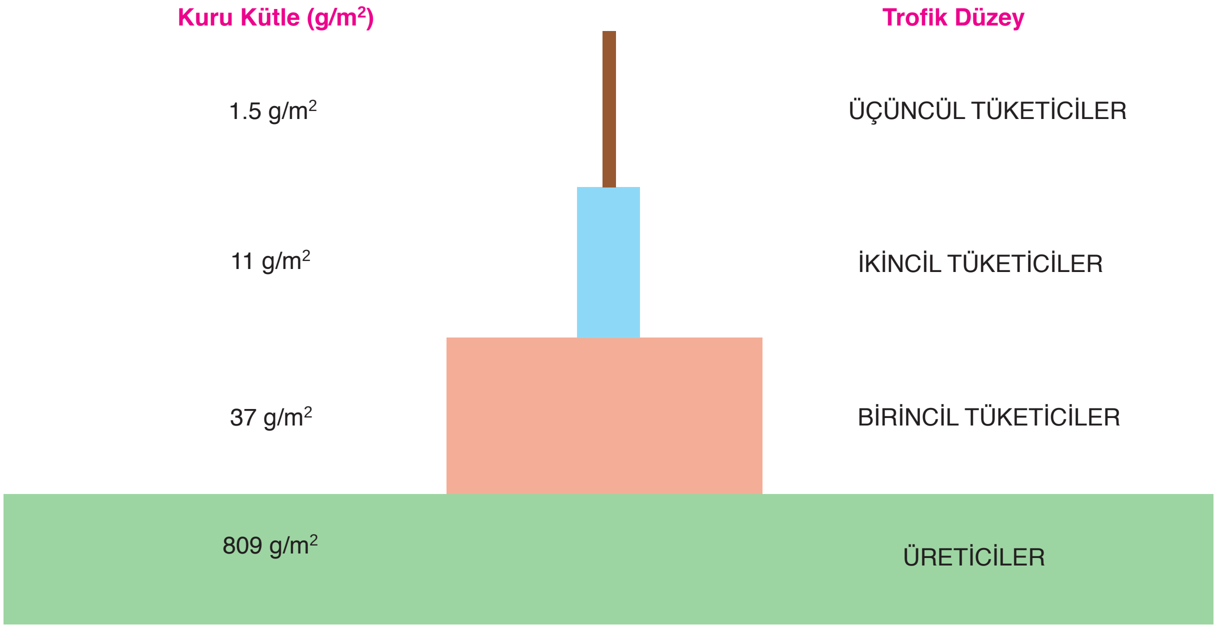
Görsel 3.20: Enerji piramidi

Enerji bir formdan başka bir forma dönüşür. Bu dönüşüm sırasında her bir trofik düzeydeki enerjinin bir kısmı metabolizma ve solunum için kullanılır. Ortalama her trofik düzeyden enerjinin yalnızca %10'u bir sonraki trofik düzeye aktarılır. Bu durumun nedenlerinden birisi de ısı kaybıdır. Bir canlı, besinindeki enerjinin %90'ından fazlasını, canlılık faaliyetlerinde harcanan enerji ve ısı şeklinde kaybeder. Yaklaşık %10'unu ise biyokütle hâlinde depolar (Görsel 3.21).


10 J
100 J
1000 J
10 000 J

Görsel 3.21: Karasal ve sucul ekosistemlerde enerji piramidi

Beslenme basamaklarında yer alan canlıların toplam organik madde miktarına **biyokütle** (biyomas) denir. Ekosistemlerin çoğu beş ya da daha az sayıda beslenme basamağıyla sınırlıdır. Organizmalar enerjilerinin bir bölümünü biyokütleye dâhil ederler. Ancak solunum ve diğer metabolik faaliyetler için kullandıkları enerjinin bir kısmı ise ısı olarak kaybedilir. Hayvanlar enerjinin bir kısmını büyüme ve üreme için kullanır. Ayrıca üreticilerin biyokütlelerinin tamamı tüketicilerin yapısına katılmaz. Karasal ekosistemlerde trofik düzeylerin sahip olduğu biyokütle üreticilerden tüketicilere doğru giderek azalır. Bataklıkta yapılan bir çalışmaya göre aşağıdaki biyokütle piramidi elde edilmiştir (Görsel 3.22).



Görsel 3.22: Biyokütle piramidi

Bir trofik düzeyden bir sonraki trofik düzeye enerjinin toplam aktarımına **ekolojik verim** denir. Besin zincirinin üst basamağında bulunan insan, güneş enerjisini kimyasal bileşiklere dönüştüren bitkileri besin olarak tükettiği gibi hayvanları da besin olarak tüketir. Otçulların tüketilmesi, insanlara önemli bir enerji kaynağını kullanma imkânı sağlar.

ARAŞTIRMA

1. Çevrenizden seçeceğiniz bir ekosistemde üretici, tüketici ve ayrıştırıcıların madde ve enerji akışındaki rollerini inceleyiniz.
2. Bir ekosistemde ayrıştırıcıların yok olmasından üretici ve tüketicilerin nasıl etkileneceğini sınıfta tartışınız.

Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz. Araştırma raporu değerlendirme formunu dikkate alınız.

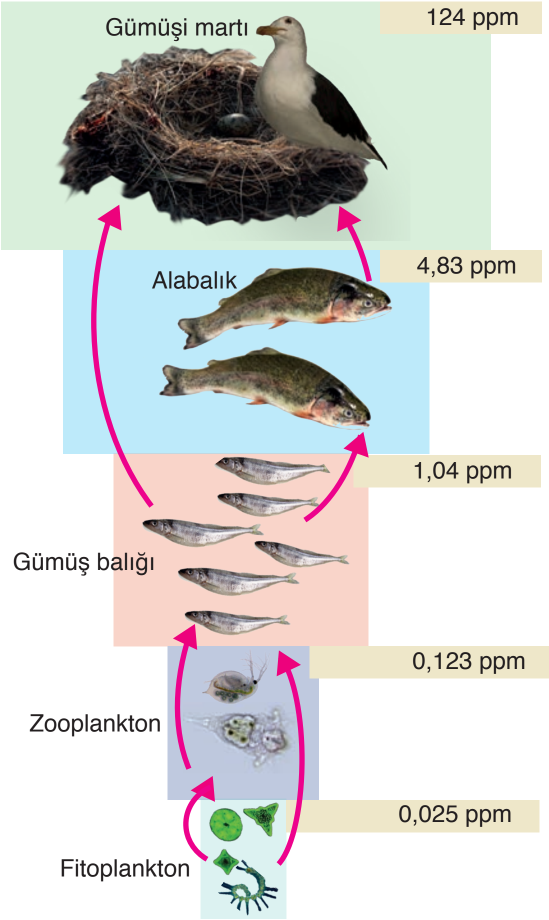
Karekod 3.2: Ekosistemde madde ve enerji akışı

Biyolojik Birikim

Ekosistemdeki canlı ve cansız bileşenler arasında sürekli bir döngü hâkimdir. İnsanlar tarafından üretilen ve doğaya zarar veren maddeler ekosistemlere bırakılır. Zehir etkisi olan bu maddelerin bir kısmı doğadaki mikroorganizmalar tarafından parçalanarak daha az zararlı hâle getirilirken diğer kısmı parçalanamadığı için toprak ve su gibi ortamlarda birikir. Biriken zehirli maddeler, besinlerin yapısına katılarak organizmalara geçip bir kısmı metabolik faaliyetlerle parçalanırken bir kısmı da dokularda toplanır. Çeşitli zehirli maddelerin değişik trofik düzeylerde artarak birikip zararlı konsantrasyon düzeyine ulaşmasına **biyolojik birikim** adı verilir. Besin zincirinin üst basamaklarındaki canlılar biyolojik birikimden daha çok etkilenir. Biyolojik birikime neden olan maddelerin başında böcek ve ot öldürücüler (pestisitler), bazı radyoaktif maddeler ve bazı ağır metaller (kurşun, cıva, bakır vb.) gelir.

Ekosisteme en çok zarar veren unsurların başında pestisitler gelir. Zararlı organizmaların artışını engellemek, kontrol altına almak ya da ortadan kaldırmak için kullanılan maddeler ya da maddelerden oluşan karışımlara **pestisit** denir. Pestisitler vücutta parçalanmadığı ve yağ dokuda depolandığı için besin zincirindeki her bir düzeyden diğer düzeye geçerken pestisitlerin konsantrasyonunda artış olur. Bu nedenle pestisitlerin en yüksek konsantrasyonu baykuş ve atmaca gibi etçillerde görülür. Pestisitler yağmur suyu ve rüzgâr gibi faktörlerle çevreye dağılır, birçoğu doğada uzun süre bozulmadan kalır. Sebze, meyve, hayvansal besinlerdeki ilaç kalıntıları pestisitlere örnek verilebilir.

Çinko, bakır, nikel, civa, arsenik, kadmiyum, kurşun ve krom gibi toksik etki yaratabilecek ağır metaller ekosistemde yüksek oranlara ulaştığında canlı sistemlerine zarar verir. Toprakta ve suda bulunan ağır metaller, besin zincirine katılır ve çoğunlukla üst trofik basamaklardaki canlılarda zararlı düzeye ulaşacak kadar biyolojik birikim gösterir. Canlılar besin zincirinde oluşan zehirli madde birikiminden olumsuz etkilenir. Klorlu hidrokarbonlardan PCB'ler (poliklorlu bifeniller) endüstriyel atıklardandır. Araştırmalar, bu bileşiklerin insanın ve birçok hayvan türünün endokrin sisteminin bozulmasında etkili olduğunu göstermiştir. Gümüşi martı yumurtalarındaki PCB konsantrasyonu, besin ağı tabanındaki fitoplanktonların PCB konsantrasyonunun yaklaşık 5000 katı olduğu tespit edilmiştir (Görsel 3.23).



Görsel 3.23: Biyolojik birikim (ppm: milyonda bir parçacık)

ARAŞTIRMA

Biyolojik birikimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerindeki olumsuz etkilerinin neler olduğunu araştırıp sınıfta tartışınız.
Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz.
Araştırma raporu değerlendirme formunu dikkate alınız.

Canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren bir besin ağı kurgulanması

Aşağıda verilen canlıları kullanarak karasal ekosisteme ait bir besin ağı oluşturunuz.

Ördek, kurbağa, fare, örümcek , tırtıl, şahin, yılan, baykuş, tilki, kelebek, aslan, geyik, kurt, keçi, sincap, tavşan, çekirge, yonca, buğday, mısır, keklik, istiridye mantarı.

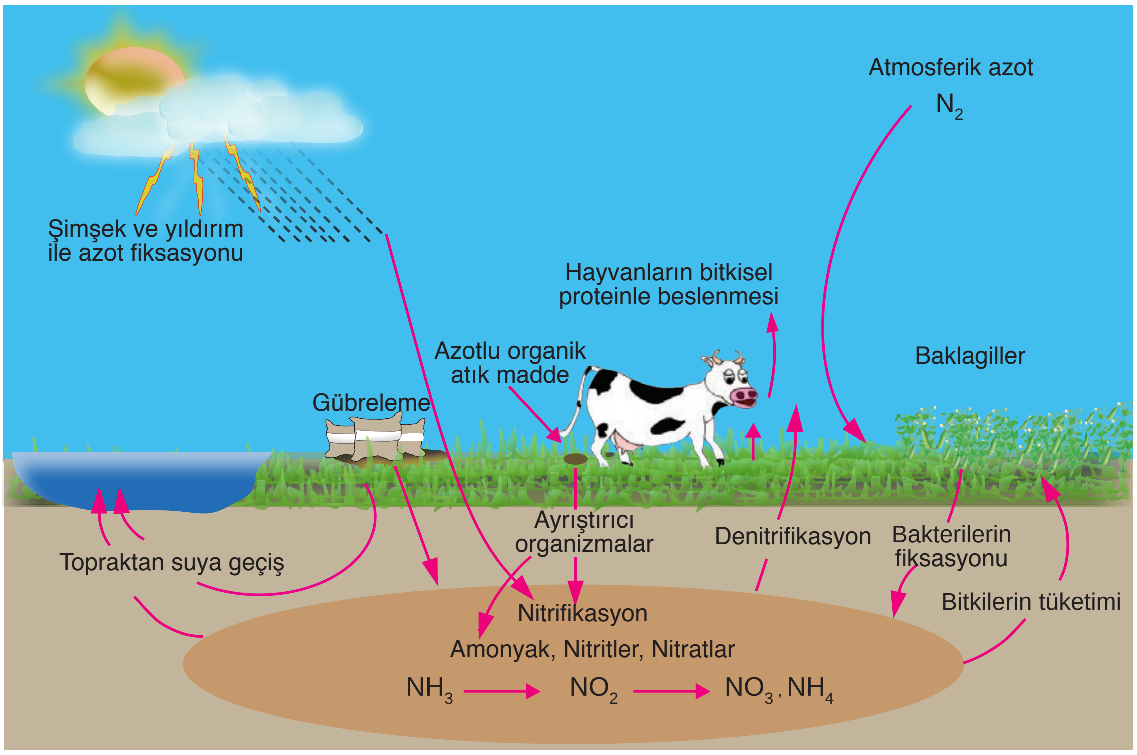
Ekler bölümünde verilen öğrenci öz değerlendirme formunu doldurunuz.

3.1.4. MADDE DÖNGÜLERİ VE HAYATIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Canlılık için gerekli tüm elementlerin kaynağı çevredeki hava, su, kaya ve topraktır. Ayrıştırıcılar canlıların ölmüş dokularını ve atıklarını parçalayıp inorganik maddelere dönüştürerek madde döngüsünde rol alır. Ekosistemi oluşturan canlı ve cansız bileşenler arasında sürekli döngü mevcuttur. Doğada yaşamın sürekliliği için azot, karbon, su, oksijen, kükürt ve fosfor gibi maddeler döngüsel olarak kullanılır. Canlılar ihtiyaç duydukları bu maddeleri yaşadıkları ortamdan alır, kullanır ve sonra bir şekilde ortama geri verir. Maddelerin ekosistem içindeki bu dolaşımına **madde döngüsü** denir.

Azot Döngüsü

Atmosferdeki azotun (N) canlılar tarafından kullanımı ve tekrar atmosfere, toprağa ve suya dönmesi olayına **azot döngüsü** denir (Görsel 3.24).


Atmosferik azot
N_2
Şimşek ve yıldırım ile azot fiksasyonu
Hayvanların bitkisel proteinle beslenmesi
Azotlu organik atık madde
Baklagiller
Gübreleme
Ayrıştırıcı organizmalar
Denitrifikasyon
Bakterilerin fiksasyonu
Topraktan suya geçiş
Bitkilerin tüketimi
Nitrifikasyon
Amonyak, Nitritler, Nitratlar
$NH_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NO_3, NH_4$

Görsel 3.24: Azot döngüsü

Azot; DNA, RNA, ATP, protein ve klorofil gibi önemli biyomoleküllerin yapısında yer alır. Bu moleküllerin sentezlenebilmesi için bitkinin topraktan azot alması gerekir. Atmosferde %78 oranında azot bulunmasına rağmen bitkiler ve hayvanlar bu serbest azotu doğrudan kullanamaz. Bu azotun bitkiler tarafından alınabilmesi için azotun amonyum (NH_4^+) iyonuna veya nitrata (NO_3) çevrilmesi gerekir.

Baklagillerin kök yumrularında yaşayan azot bağlayıcı bakteriler, serbest yaşayan azotobakteriler ve bazı siyanobakteriler atmosferdeki serbest azotu tutup toprakta nitrat tuzlarına dönüştürür. Buna **biyotik azot fiksasyonu** denir. Yıldırım ve şimşek gibi atmosferik olaylar sayesinde atmosferdeki azot yağmurla toprağa geçer. Buna da **abiyotik azot fiksasyonu** denir.

İnsanlar tarafından suni nitratlı gübrelerin üretilmesi ve bunların tarımda kullanılması topraktaki azot tuzlarının artışına yol açar. Endüstriyel faaliyetler sonucunda atmosfere çok miktarda azotlu bileşikler salınması da atmosferdeki azot gazının miktarını artırır. Bitkiler azotu nitrat şeklinde almışsa öncelikle nitratı, enzimler sayesinde amonyuma dönüştürür. Bu nedenle bitkinin öncelikli tercihi amonyumdur. Bitkiler toprağa geçen azot tuzlarını kökleri sayesinde suyla emerek alır ve organik besin sentezinde kullanır. Bu azotlu bileşikler, bitkilerle beslenen hayvanlara beslenme yoluyla geçer. Ayrıştırıcı canlılar; bitki ve hayvanların organik atıklarını, ölen organizmaların kalıntılarındaki azotlu organik bileşikleri (protein gibi) parçalayarak amonyak (NH_3) açığa çıkarır.

$$\begin{array}{c}\text{Azotlu organik}\\ \text{atıklar}\end{array} \longrightarrow \begin{array}{c}\text{Ayrıştırıcılar}\\ \text{Bazı bakteri ve mantarlar}\end{array} \longrightarrow \begin{array}{c}\text{Amonyak ve Amonyum}\\ (NH_3)\quad (NH_4)\end{array}$$

Topraktaki nitrifikasyon bakterileri enerji elde etmek için amonyağı oksitleyerek önce nitrite sonra nitrata dönüştürür. Bu olaya **nitrifikasyon** denir. Nitrit bakterileri amonyağı nitrite, nitrat bakterileri de nitriti nitrata dönüştürür. Nitrifikasyon sonucunda amonyak, bitkilerin kullanabileceği nitrata dönüştürülmüş olur. Nitrat ve amonyum iyonları bitki kökleri ile alınarak azotlu organik bileşiklere çevrilir. Azotlu bileşikler besin zinciri yolu ile diğer tüketicilere geçer.

$$\underbrace{\begin{array}{c}\text{Amonyak}\\ (NH_3)\end{array} \xrightarrow[\text{bakterileri}]{\text{Nitrit}} \begin{array}{c}\text{Nitrit}\\ (NO_2)\end{array} \xrightarrow[\text{bakterileri}]{\text{Nitrat}} \begin{array}{c}\text{Nitrat}\\ (NO_3)\end{array}}_{\text{NİTRİFİKASYON}}$$

Toprakta bulunan denitrifikasyon bakterileri de nitrit ya da nitratı azota dönüştürür. Azot da gaz olarak atmosfere geçer. Buna **denitrifikasyon** denir. Bu olay topraktaki azot tuzlarının miktarını azalttığı için toprağın verimliliğini de azaltır.

Karekod 3.3: Madde döngülerine genel bakış

Karekod 3.4: Azot döngüsü

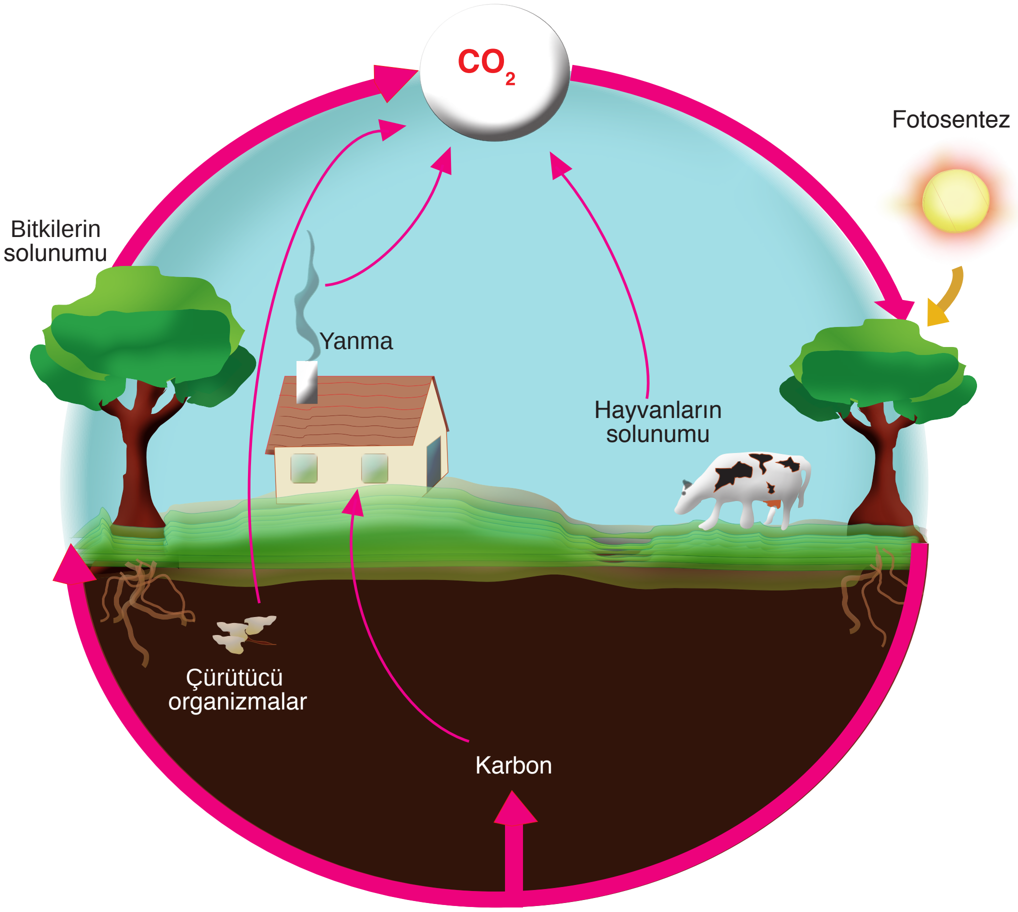
! DİKKAT

Bazı azot bakterileri ve siyanobakteriler dışındaki canlılar havanın serbest azot gazından doğrudan yararlanamaz. Topraktaki azotlu bileşiklerin artışına neden olan olaylar toprağın verimliliğini artırır.

Karbon Döngüsü

Karbonlu bileşiklerin ekosistemdeki canlı ve cansız faktörler arasında devirsel hareketine **karbon döngüsü** denir. Karbon (C), canlıların yapısını oluşturan organik moleküllerin temel elementlerinden biridir. Fosil yakıtlar, topraklar, okyanuslar, atmosfer, bitki ve hayvan biyokütlesi karbon kaynaklarıdır. Kireç taşı katmanı da önemli bir karbon kaynağıdır. Kireç taşındaki karbonun döngüye katılması yavaş gerçekleşir. Fotosentez yapan organizmalar fotosentezde CO_2'i kullanır. Organik karbon; hayvanlar, mantarlar, heterotrofik protistler ve prokaryotlar dâhil tüketiciler tarafından kullanılarak yapıya katılır. Yeryüzünde dolaşıma katılan en önemli karbon bileşiği CO_2'tir. Bitkiler ve fitoplanktonlar tarafından yapılan fotosentez çok miktarda CO_2'i atmosferden uzaklaştırır. Bu miktar yaklaşık üreticiler ve tüketicilerin hücresel solunumla atmosfere verdikleri CO_2'e eşittir (Görsel 3.25).

Bitki ve hayvan artıklarının ayrıştırıcılar tarafından parçalanmasıyla oluşan karbon tekrar atmosfere geçer. Bitki ve hayvan atıklarının toprak altında uzun süre kalmasıyla kömür ve petrol gibi fosil yakıtlar oluşur. Fosil yakıtların endüstriyel faaliyetlerde kullanımı sonucu atmosfere fazladan önemli miktarda karbon salınımı gerçekleşir.

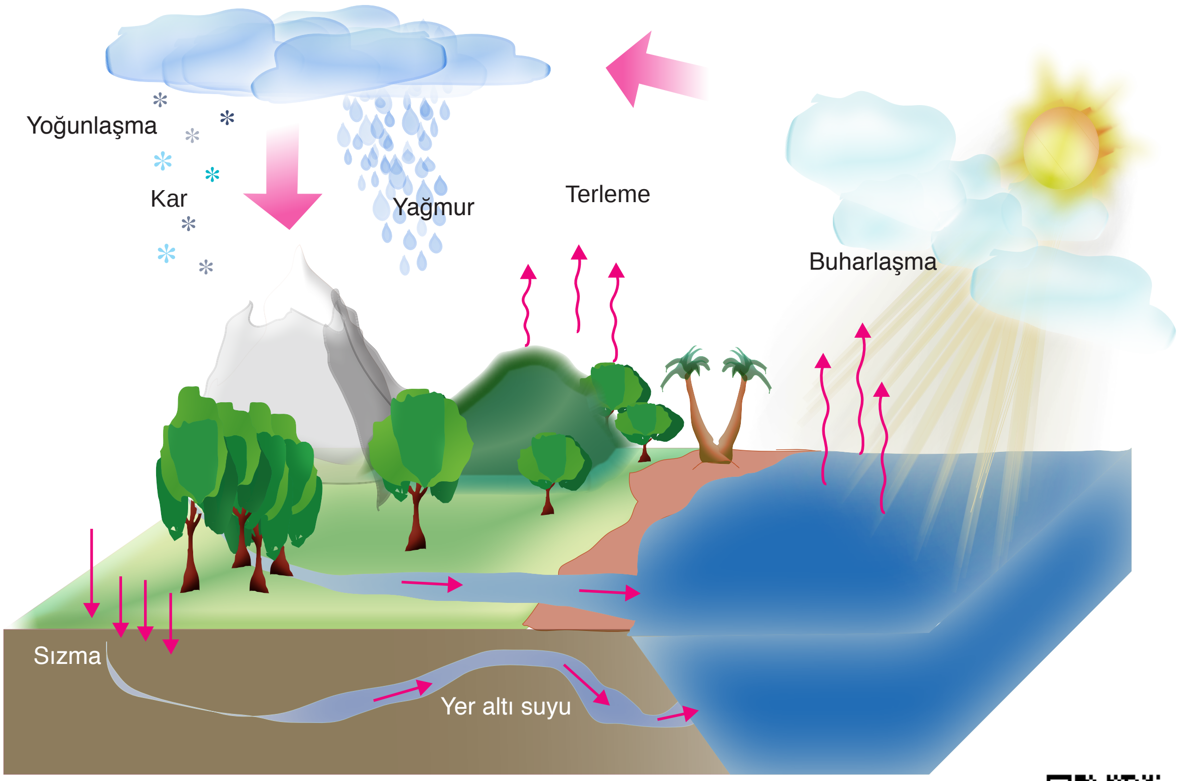


Görsel 3.25: Karbon döngüsü

Karekod 3.5: Karbon döngüsü

Su Döngüsü

Yeryüzündeki suyun büyük bir kısmı okyanuslarda, buzullarda, denizlerde, göllerde ve nehirlerde bulunur. Biyosferdeki suyun %97'si okyanuslarda, %2'si buzullarda, %1'i göller, nehirler ve yer altında bulunur. Su; güneş enerjisinden gelen ısının etkisiyle okyanuslar, göller, nehirler ve kara parçalarının yüzeyinden buharlaşarak atmosfere ulaşır. Ayrıca su, canlıların terleme ve solunum olayları yoluyla da atmosfere geçer. Su buharı atmosferin soğuk bölgelerinde yoğunlaşarak kar, yağmur vb. yağışlar şeklinde yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne düşen su, koşullara göre farklı yollar izler. Bir kısmı okyanus ve denizlerden buharlaşarak atmosfere geçerken bir kısmı da akarsu ve nehirlerle taşınarak denizlerde ve okyanuslarda birikir. Toprağa ulaşan suyun bir kısmı ise süzülerek yer altı sularını oluşturur. Yer altı suları da çeşitli şekillerle tekrar yer üstü sularına dâhil olur. Buharlaşma ve yoğunlaşma gibi olaylarla suyun yeryüzü ile atmosfer arasındaki hareketine **su döngüsü** adı verilir (Görsel 3.26). Canlılar için su, iyi bir çözücü olup hayatın devamlılığı için vazgeçilmezdir.



Görsel 3.26: Su döngüsü

Karekod 3.6: Su döngüsü

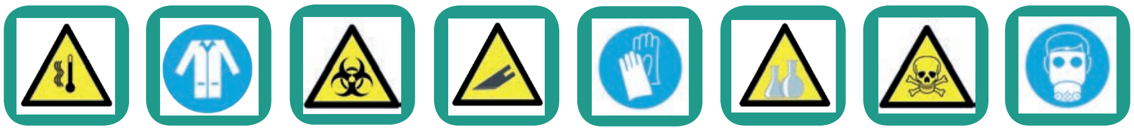
ARAŞTIRMA

Madde döngülerinin durmasının ekosistemi nasıl etkileyebileceğini araştırınız. Araştırma sonuçlarını sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.
Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz.
Araştırma raporu değerlendirme formunu dikkate alınız.

ETKİNLİK 3.1: Ekosistemin Canlı ve Cansız Bileşenleri

Amaç: Ekosistem oluşturabilmek

Güvenlik Önlemleri



Ön Hazırlık

- 45 L musluk suyu birkaç gün dinlendirilir.
- Akvaryum temizlenir.
- Mercan kırığı ve lav taşı akvaryum kumuna karıştırılır.

Maya Kültürü Hazırlanması

Kavanoz kapağı, plastik hava borusunun geçebileceği genişlikte delinir. Plastik hava borusunun bir ucu kavanoz kapağının 1 cm altında kalacak ve hava kaçırmayacak şekilde kapağa yerleştirilir. Bir tablet yaş maya, iki bardak ılık su ve dört adet kesme şeker kavanozun içinde karıştırılır. Karışımda maya ve şekerlerin erimesi sağlanır.

Araç Gereç

1 adet 30x50x50 cm boyutlarında akvaryum
1 adet kum altı ısıtıcısı
1 adet termometre
1 adet beyaz ışık veren akvaryum içi ışık kaynağı
1 adet akvaryum motoru
1 paket yaş maya
Kesme şeker
500 cc kavanoz
Elodea ya da tilki kuyruğu gibi akvaryum bitkileri
Dekorasyon malzemesi olarak doğal taşlar
6 kg akvaryum kumu
Maya kültürü
50 cm şeffaf hava borusu
45 L dinlenmiş su
1 kg bitki torfu
500 g mercan kırığı
500 g lav taşı
Mango ağacı kökü
1-2 adet akvaryum içi vantuz

Uygulama Aşamaları

- ✓ Hazırlanan akvaryumun alt tabanına kum altı ısıtıcısı yerleştirilir.
- ✓ Akvaryum tabanına 2 cm yüksekliğinde torf yayılır.
- ✓ Üzerine mercan kırığı, lav taşı ve kumdan oluşan karışım yerleştirilir.
- ✓ Dekoratif malzemeler isteğe göre uygun yerlere konulur.
- ✓ Dinlendirilmiş su, akvaryumun içine ⅓ oranında doldurulur.
- ✓ Mango kökü akvaryum tabanına yerleştirilir.
- ✓ Akvaryum bitkileri, alt kısımları torf içinde kalacak şekilde ve istenilen düzende kum içine sabitlenir.
- ✓ Akvaryum, üzerinde 5 cm boşluk kalacak şekilde su ile doldurulur.
- ✓ Akvaryum motoru ve termometre akvaryumun yan yüzeyine sabitlenir.
- ✓ Akvaryum suyu sıcaklığı 24-26 °C olacak şekilde ısıtılır.
- ✓ Işık kaynağı uygun şekilde akvaryum içine yerleştirilir.
- ✓ Maya kültürünü içeren kavanoz, akvaryum seviyesinde sabitlenerek akvaryum kenarına yerleştirilir.
- ✓ Kavanoz kapağına bağlı olan şeffaf borunun serbest ucu akvaryum içerisine vantuz ile sabitlenir.
- ✓ Maya kültürüne her gün dört adet kesme şeker atılır.
- ✓ Bitkilerin gelişimlerinde ve suyun renginde zamanla oluşan değişiklikler gözlemlenir ve meydana gelen değişiklikler not edilir.
- ✓ İki hafta boyunca haftada bir kez akvaryum suyundan mikroskobik preparat hazırlanır.
- ✓ Preparat mikroskopta incelenerek ekosistemin canlı faktör çeşitliliği gözlemlenir ve not alınır.

Sonuç ve Tartışma

1. Suda ve bitkilerde gözlenen değişikliklerin nedenlerini ve sonuçlarını sınıfta tartışınız.

2. Oluşturulan ekosistemin canlı ve cansız faktörlerinin neler olduğunu açıklayınız.

3. Yapılan mikroskobik incelemeler sonucunda ekosistemin biyotik faktörlerinde hangi değişiklikleri gözlemlediniz?

Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz.

HABER KÖŞESİ

KARBONDİOKSİT TÜKETEN YEŞİL BİNALAR

Tayvan'nın başkenti Taipei'de inşa edilen Tao Zhu Yin Yuan (Tao Cu Yin Yüen) isimli bina yılda 130 ton karbondioksiti atmosferden soğurabiliyor. Projenin amacı mega şehirlerde yaşayan insanlara ekolojik bir yaşam alanı sunmaktır.

Yapımına 2010 yılında başlanan projede binanın şekli DNA'dan ilham alınarak tasarlandı. Katlar arasındaki 4,5 derecelik fark sayesinde yapı dönerek yükseliyor. Böylece her katta üzeri açık bahçeler bulunabiliyor. Kendine has tasarımı sayesinde farklı noktalardan bakıldığında bina farklı şekillerde görülüyor.

Binada yaklaşık 23 000 ağaç var. Binadaki bitkilerin yılda 130 ton karbondioksit soğuracağı öngörülüyor. Bu, yaklaşık 27 motorlu aracın yıllık karbondioksit salımına eşdeğer.

Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesinin 2014 verilerine göre dünyadaki insanların %54'ü şehirlerde yaşıyor. Bu oranın 2050'de %66'ya yükseleceği tahmin ediliyor.

Şehirleşmenin sürdürülebilir olması için doğal kaynakların en verimli şekilde kullanılması zorunludur. Bunun için enerji ve suyun verimli kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi, hava kalitesinin artırılması, atıkların geri dönüşümünün sağlanması, zehirli atıkların azaltılması, çevre dostu malzemelerin tercih edilmesi gereklidir. Bu yeni kavram yeşil yapılaşma olarak isimlendiriliyor.

Tao Zhu Yin Yuan binasını tasarlayan mimar Vincent Callebaut (Vinsınt Kallıbaut) modern şehirlerde sürdürülebilir ve doğal yaşam alanları oluşturmak amacıyla farklı projeler geliştiriyor.

Dr. Tuba Sarıgül, 22/11/2017
Bilim Genç Dergisi
(Düzenlenmiştir.)

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz, eşleşmeyen kavramı belirleyerek tanımını yazınız.

a) Omnivor
b) Ayrıştırıcı
c) Ekosistem
ç) Biyokütle
d) Popülasyon

1. Bir alandaki canlılar ve içinde yaşadıkları cansız çevreye denir.
2. Belli bir coğrafi alanda yaşayan aynı tür canlıların oluşturduğu topluluktur.
3. Organik atıkları inorganik maddelere çeviren canlılardır.
4. Bitkisel ve hayvansal besinlerle beslenen canlılardır.

Eşleşmeyen kavram: ....

Tanım: ....
....

2. Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz, eşleşmeyen kavramı belirleyerek tanımını yazınız.

a) Popülasyon
b) Ekosistem
c) Komünite
ç) Biyosfer
d) Biyom

1. Toroslardaki canlılar
2. Tropikal yağmur ormanları
3. Karadeniz
4. Van Gölü'nde yaşayan inci kefali sürüsü

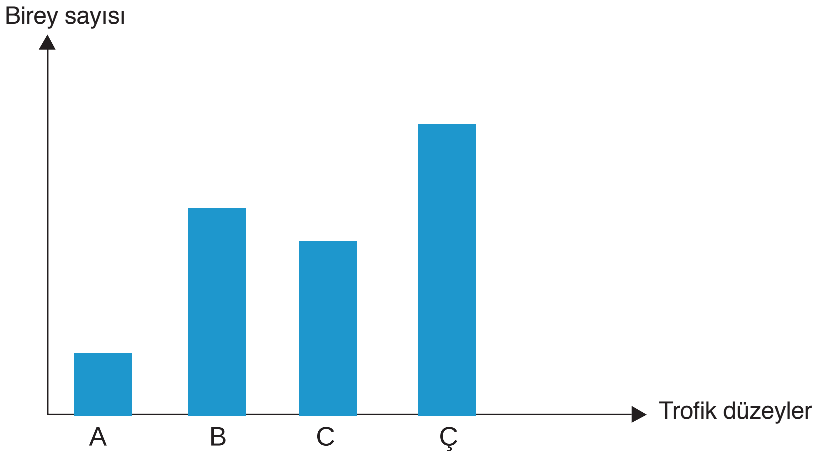
Eşleşmeyen kavram: ....

Tanım: ....
....

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki sütun grafiğini inceleyiniz. Buna göre 3-5. soruları cevaplandırınız.

Grafik, bir ekosistemdeki besin zincirini oluşturan trofik düzeylerine ait birey sayısını göstermektedir.

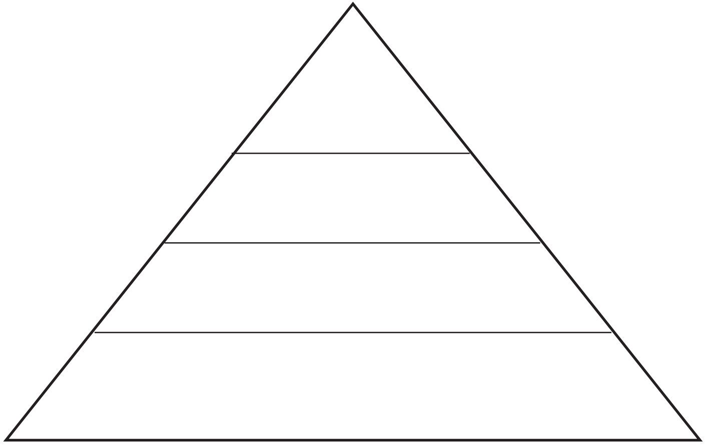


3. Aktarılan enerji miktarı – trofik düzey değişimini gösteren sütun grafiğini çiziniz.

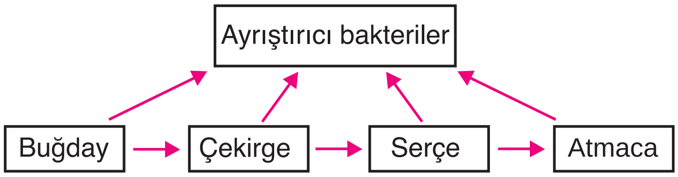
4. Biyolojik birikim – trofik düzey değişimini gösteren sütun grafiğini çiziniz.

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

5. A, B, C, Ç trofik düzeylerine uygun canlı isimlerini yazarak sucul ya da karasal ekosistem için bir besin piramidi oluşturunuz.



Aşağıdaki görseli inceleyiniz ve verilen besin zincirine göre 6, 7 ve 8. soruları cevaplayınız.



6. Çekirge sayısının azalmasının buğday, serçe ve atmaca sayısını nasıl etkileyeceğini açıklayınız.

....

....

....

....

7. Serçe sayısının artmasının buğday, çekirge ve atmaca sayısını nasıl etkileyeceğini açıklayınız.

....

....

....

....

8. Atmaca sayısının artmasının serçe, buğday ve çekirge sayısını nasıl etkileyeceğini açıklayınız.

....

....

....

9. Aşağıda verilen tabloyu inceleyiniz ve A, B, C, Ç, D, E, F sorularını cevaplayınız.

(Bir sorunun birden fazla cevabı olabileceği gibi aynı cevap farklı sorularda da kullanılabilir.)

a) Komünite	b) Ekosistem	c) Popülasyon	ç) Biyomas
d) Ototrof	e) Biyolojik birikim	f) Karnivor	g) Toprak
ğ) Herbivor	h) Sıcaklık	ı) Birey sayısı	i) Aktarılan enerji miktarı
j) Vücut büyüklüğü	k) Işık	l) Su	m) Ayrıştırıcı

A) Ekosistemin canlı faktörlerini yazınız...........................

B) Ekosistemin cansız faktörlerini yazınız...........................

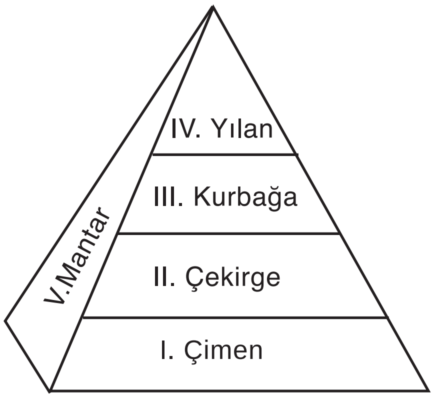
C) Besin piramidinde üreticiden tüketiciye doğru artan değerleri yazınız........................

Ç) Farklı türleri içeren ekolojik kavramları yazınız...

D) Ekolojik kavramları küçükten büyüğe sıralayınız...

E) Besin piramidinde üreticiden tüketiciye doğru azalan değerleri yazınız.................................

F) Besin piramidinde tüm trofik düzeylerde yer alan canlılarla beslenen canlı grubunu yazınız...................................



10. Yandaki besin zincirinde

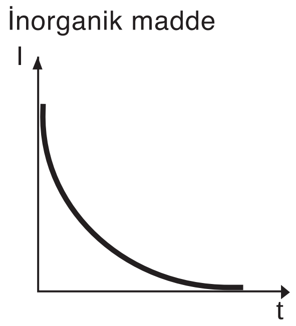
- İnorganik maddeden organik madde sentezleme
- Güneş enerjisini kimyasal bağ enerjisine dönüştürme
- En fazla biyokütleye sahip olma

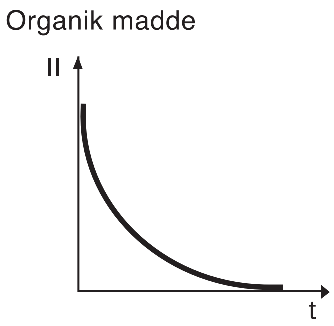
özelliklerini taşıyan canlı grubu hangisidir?

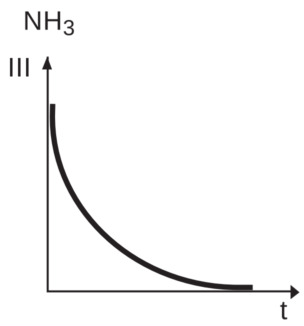
A) I B) II C) III D) IV E) V

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

11. Aşağıdaki grafiklerden hangisi ya da hangileri ayrıştırıcı canlıların faaliyeti sonucu oluşmaz?







A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I ve III

12. Aşağıda verilen karbon döngüsü ile ilgili

I. Solunum
II. Yanma
III. Fotosentez

kavramlarından hangileri atmosferde CO_2'in artışına neden olmaz?

A) Yalnız III B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

13. Aşağıdaki verilen

I. Yıldırım ve şimşek
II. Nitrifikasyon
III. Azotlu gübrelerin kontrollü kullanımı
IV. Denitrifikasyon

ifadelerinden hangileri topraktaki azotlu bileşiklerin miktarını ve toprak verimliliğini artıran olaylardan değildir?

A) Yalnız IV B) I ve II C) II ve IV D) III ve IV E) I, II ve III

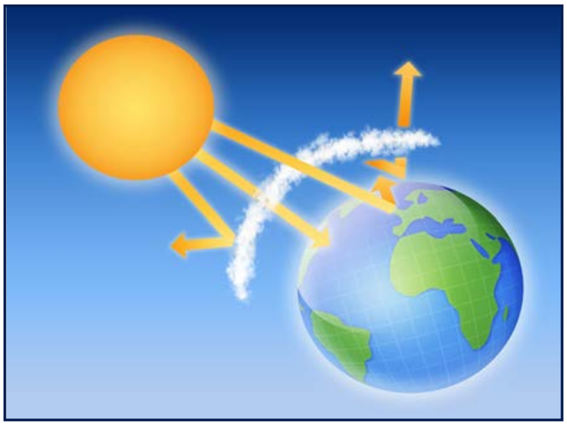
2. BÖLÜM

GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Çevre sorunu
- Ekolojik ayak izi
- Karbon ayak izi
- Su ayak izi

HAZIR MISINIZ?



○ Küresel iklim değişikliğinin nedenleri neler olabilir?

○ Doğayı korumaya ve çevre sorunlarının çözümüne yönelik neler yapılabilir?

○ Ormanların yok edilmesi ne tür sorunlara yol açabilir?

○ Çevreye saygılı olmak sizin için neyi ifade eder?

2

BÖLÜM

GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

Doğayla etkileşim sürecinde insan, doğal kaynakları gereksinimleri için kullanırken aynı zamanda doğaya zarar verir. Ekolojik dengeyi dikkate almaksızın gerçekleştirilen doğadan yararlanma süreci, kısa vadede insan için kazanım olarak görülebilir. Ancak uzun vadede doğa açısından telafisi olmayan çevre sorunlarına yol açtığı da bilinmektedir. Ekolojik dengenin bozulması çevre sorunlarının ortaya çıkmasına neden olur.

Bu bölümde güncel çevre sorunlarını, nedenlerini ve sonuçlarını değerlendireceksiniz. Çevre sorunlarının ortaya çıkmasında insanın rolünü sorgulayacak ve çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerilerinde bulunacaksınız.

3.2. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

Dünya nüfusunun artması teknoloji, tarım ve sanayi faaliyetlerini de artırır. İnsanlar tarafından gerçekleştirilen aşırı üretim ve tüketim süreçleri doğanın zarar görmesine neden olur. İnsanların doğaya karşı bilinçsiz yaklaşımı pek çok sorunu da beraberinde getirmiştir. Hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme, endüstrileşme ve doğal kaynakların aşırı kullanımı tüm insanlığı ilgilendiren çevre sorunlarını ortaya çıkarmıştır.

3.2.1. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARININ SEBEPLERİ VE OLASI SONUÇLARI

Ekosistemin yapısını bozan kimyasal maddelerin ve kirleticilerin yoğunluğunun artarak ekolojik dengenin bozulmasına **çevre kirliliği** denir. Çevre kirliliğine neden olan pek çok kirletici madde; doğal çevreyi oluşturan hava, su ve toprak yapısına zarar vererek ekolojik dengenin bozulmasına yol açar. Güncel çevre sorunları; hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, radyoaktif kirlilik, ses kirliliği, asit yağmurları, küresel iklim değişikliği, erozyon, doğal hayat alanlarının tahribi ve orman yangınları ile biyolojik çeşitliliğin azalması başlıkları altında incelenecektir.

Hava Kirliliği

Yaşam için gerekli olan hava; %78 azot, %21 oksijen, %1 argon, karbondioksit ve su buharından oluşur. Atmosferdeki gazların ve kirleticilerin belirli ölçülerin üzerine çıkmasına **hava kirliliği** denir. Kükürtdioksit (SO_2), karbondioksit (CO_2), ozon (O_3), azotdioksit (NO_2) gibi gazların ve kimyasalların normal değerlerin üzerine çıkması hava kirliliğine yol açar. Bu durum insan sağlığını, bitki ve hayvanları olumsuz etkiler. Hava kirliliğinin nedenleri doğal ve insan kaynaklı olarak iki grupta incelenebilir. Volkan patlamaları, orman yangınları ve toz fırtınaları doğal kaynaklı kirleticilerdir (Görsel 3.27). Gazlar, partiküller, duman ve hidrokarbonlar bu kirleticilere örnek verilebilir. Fabrikalar, termik santraller, petrol rafinerileri ve motorlu taşıtlar insan kaynaklı kirleticiler arasında yer alır (Görsel 3.28). Azot, kükürt, karbon, sülfür oksitler, uçucu organik bileşikler ve hidrokarbonlar bu kirleticilerden bazılarıdır. Hava kirliliği iklimi, doğayı, ekolojik dengeyi ve insan sağlığını bozduğu gibi sera etkisinin artması, ozon tabakasının incelmesi gibi küresel çevre sorunlarına da neden olur.

Görsel 3.27: Doğal kaynaklı kirletici

Görsel 3.28: İnsan kaynaklı kirletici

2. BÖLÜM

GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

Su Kirliliği

Kimyasalların, kirleticilerin yer altı ve yer üstü sularında normal değerin üzerine çıkarak suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını bozmasına **su kirliliği** denir (Görsel 3.29). Yağmur sularıyla yer altı sularına taşınan kirleticiler, yeryüzündeki tatlı su kaynaklarının kirlenmesine neden olur. Su kirliliğine neden olan faktörler endüstriyel, tarımsal ve evsel kaynaklı olabildiği gibi doğal kaynaklı da olabilir. Sanayi bölgelerindeki fabrikaların atıklarını arıtmadan sulara bırakmaları su kirliliğinin nedenleri arasındadır. Evsel atıklardan temizlikte kullanılan deterjan ve çamaşır suyu gibi kimyasalların, çöplerin, poşetlerin, kızartmada kullanılan yağların ve kanalizasyon sularının herhangi bir işleme uğramadan su kaynaklarına karışması da su kirliliğine neden olur. Cıva, kurşun gibi ağır metalleri içeren tarım ilaçları yağmur sularıyla yer altı ve yer üstü sularına ulaşarak suyu kirletir.

Görsel 3.29: Su kirliliği

Sulara evsel atıklar, kanalizasyon suları ve yanlış gübreleme sonucu özellikle azot ve fosfor gibi maddeler taşınır. Azot ve fosfor bakımından zengin sularda siyanobakteriler ve algler hızla üreyerek suyun rengini değiştirir. Bu organizmaların aşırı üremesi sonucu suyun alt kısımlarına ışık geçemez. Organizmalar ölmeye başladıkça sudaki oksijen ve berraklık azalır, oksijensiz ortamda üreyen canlıların sayısı artmaya başlar. Bu olaya **ötrofikasyon** denir. Ötrofikasyon sonucu göl tabanında organik madde birikimi ve alg sayısının artmasına bağlı olarak oluşan koku, balık ölümleri ve ekosistemin giderek bozulması gibi değişiklikler kaçınılmazdır. Suların bu şekilde kirletilmesi ise insanda kolera, tifo ve dizanteri gibi hastalıklara neden olur.

! DİKKAT

Cıva birikimi, sinir sisteminde onarılamaz hasarlara yol açar.

Toprak Kirliliği

Görsel 3.30: Toprak kirliliği

İnsan faaliyetleri sonucunda toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının bozulmasına **toprak kirliliği** adı verilir (Görsel 3.30). Doğada az bulunan ve çevrimi çok yavaş olan cıva, kurşun ve kadmiyum gibi ağır metaller ile radyoaktif maddelerin kullanıldıktan sonra atıklarının doğada birikmesi kirliliğe neden olur. Özellikle toprakların bu şekilde kirletilmesi toprakların verimliliğini düşürür. Tarımda yapılan yanlış gübreleme de toprak kirliliğinde önemli bir etkendir. Verimli arazilerin bu şekilde kaybı tarımsal faaliyetleri olumsuz yönde etkiler. Kirlenmiş toprakta biriken kimyasal maddeler, ağır metaller biyolojik birikim yoluyla besin zincirinden bitkilere, hayvanlara ve insanlara geçer. Bu durum kanser, sinir sistemi, solunum sistemi, karaciğer ve böbrek rahatsızlıkları olmak üzere pek çok hastalığa neden olur.

Radyoaktif Kirlilik

Radyoaktif maddelerin canlıların yapısında ve çevrede birikerek belirli değerlerin üzerine çıkmasına **radyoaktif kirlilik** denir. Nükleer santraller, röntgen ve tomografi cihazları gibi etkenler radyoaktif kirliliğe neden olur. Radyoaktivitenin canlılara ve doğal çevreye etkisi; ışınların cinsine, şiddetine ve süresine bağlı olarak değişir. Radyoaktif kirlilik; canlılarda mutasyona yol açtığı gibi başta kanser olmak üzere radyasyon yanıkları, genetik bozukluklar ve bağışıklık sistemi hastalıklarına neden olur. Cep telefonu kaynaklı elektromanyetik kirlilik ise alzheimer(alzaymır), parkinson, MS (multiple sclerosis-maltıbıl sklerosıs) gibi sinir sistemi hastalıklarının riskini artırmaktadır.

Ses Kirliliği

Çevre sorunlarının bir diğeri ses kirliliğidir. Yaşam alanlarında belirli bir ses şiddetinin (desibel) üzerindeki istenmeyen ve gürültü oluşturan seslere **ses kirliliği** denir (Görsel 3.31). Gürültü insan sağlığını ve başarısını olumsuz etkiler. Kalabalık şehirlerde yaşayan insanların çoğu gürültüden uzaklaşmak, dinlenmek ve doğayla baş başa olabilmek için şehrin dışına çıkmayı, sessizliği tercih eder. Ses kirliliği; işitme kaybı, solunum ve dolaşım bozukluğu gibi fizyolojik hastalıklara neden olabilir. Bunun dışında stres, dikkat dağınıklığı ve uyku düzeninin bozulması gibi durumlara da yol açabilir.

Görsel 3.31: Ses kirliliği

HABER KÖŞESİ

ELEKTROMANYETİK ALANIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Elektrik akımıyla çalışan her araç veya enerji taşıyan kablolar; çevresinde elektrik, manyetik veya elektromanyetik alan oluşturur. Bu aletlerin çalışması sırasında yakınında bulunan canlıların elektromanyetik alan etkisinde kaldığı bilinmektedir. Elektromanyetik dalga yayan cihazların etkin olarak kullanımının artması insan sağlığını olumsuz olarak etkilemektedir. Özellikle baz istasyonlarının, TV ve radyo antenlerinin, cep telefonlarının, mikro dalga fırınların, yüksek gerilim hatlarının, uydu antenlerinin, radarların vb. yaydığı elektromanyetik dalgalar; dolaşım ve sindirim sistemi bozukluğu, kan basıncı, DNA sentezi bozukluğu, baş ağrısı, depresyon gibi rahatsızlıklarla sebep olmaktadır.

Elektromanyetik alan terimi, Elektromanyetik enerjinin varlığını göstermek için kullanılır ve Elektromanyetik alanın iki bileşeni vardır. Bunlar Elektrik Alan (EA) ve Manyetik Alan (MA) dır (2). EA ve MA ‘ların özellikleri farklıdır. EA’ lar duvarlardan geçemezler. Hatta insan vücudundan geçerken bile şiddeti çok düşer. Öte yandan MA’lar hemen hemen hiç engel tanımazlar. EA’ lar insan bedeninin yüzeyinde zayıf akımlar oluştururken, MA’lar ise vücudun içine girerek, bu tür akımların iç organlarda bile oluşmasına sebep olurlar.

İnsan vücudunun manyetik alanla olan dengesini bozan etkenlerden birisi de kimyasal kirleticiler, haberleşme frekansları ve elektrik güç taşımalarından gelen sinyallerle çevrenin kirlenmesidir. Toksik madde, radyasyon gibi kirleticilerden gelen sinyaller, canlının elektromanyetik dengesini bozmaktadır. Çeşitli çalışmalarda, mobil telefon sinyallerinin beynin elektriksel aktivitelerinde ve algılama fonksiyonlarında kısa süreli değişimlere neden olduğu belirlenmiştir.

Elektromanyetik kirlilik; genel keyifsizlik, boyunda sertlik, göğüs acısı, hafıza kaybı, baş ağrısı, kalp atışında ve kan kimyasında değişim, sindirim ve dolaşım sorunları oluşturabilmektedir.

Güvenlik Standartları EM radyasyon kirliliği daha çok gelişmiş bölge ve ülkelerin ciddi bir sorunudur. Birleşmiş Milletler İnsan Çevre Koruma Konferansı elektromanyetik dalga radyasyonunu “kontrol altına alınması gereken” bir kirlilik olarak belirlemiştir. Dünya Sağlık Örgütü’nün Uluslararası EMF Projesi, statik elektrik, manyetik alanlar, düşük frekanslı alanlar, mikrodalga alanları, radyo frekansı konusunda, beliren sağlıkla ilgili endişeleri dile getirmektedir. Dünya Sağlık Örgütü ve bazı kuruluşlar ile kimi ülkeler güvenlikli radyo frekansı radyasyonu üzerinde çalışmalar yapmakta ve öneriler geliştirmektedir.

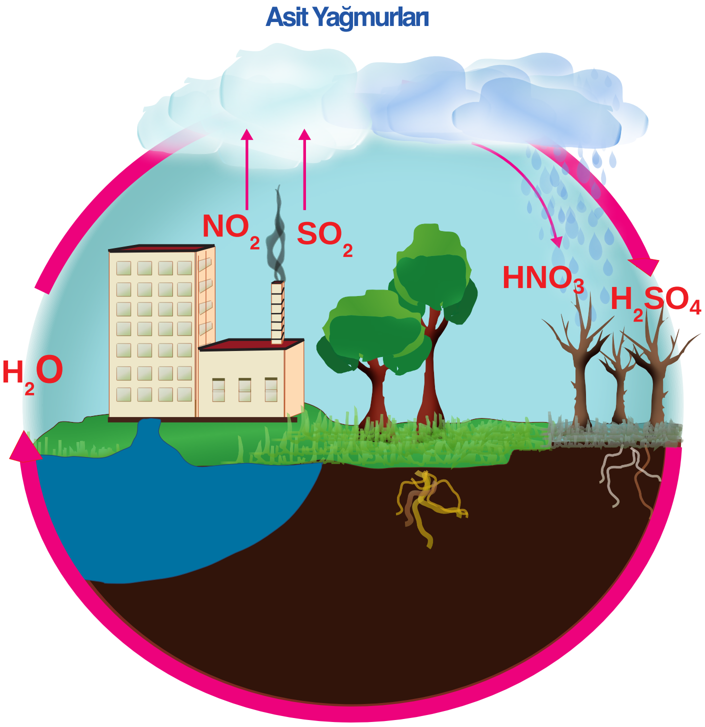
(Düzenlenmiştir.)
Doç.Dr. Zehra Deniz YAKINCI
İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri
Meslek Yüksekokulu

Asit Yağmurları

Atmosferdeki CO_2, SO_2 ve NO_2 gibi kirleticiler, su buharıyla birleşerek asitli bileşikleri (HNO_3 - Nitrik asit, H_2SO_4 - sülfürik asit gibi) oluşturur. Asitli bileşiklerin yeryüzüne yağış şeklinde düşmesine **asit yağmurları** denir (Görsel 3.32).

Gübre, demir-çelik, çimento, tekstil, kâğıt-selüloz, petrokimya fabrikaları, taşıtlardan çıkan egzoz gazları, deri sanayi ve enerji üretim santralleri atmosfere kirleticileri bırakan faktörlerdir. Asit yağmurları suyun ve toprağın pH değerini düşürerek ortamda bulunan zehirli maddelerin ve ağır metallerin çözünürlüğünü artırır. Bütün bu kirleticiler besin zincirinde biyolojik birikim yoluyla bitkilere, hayvanlara ve insanlara geçer. Asitli bileşikler kirliliğin olduğu bölgeye ya da dışına rüzgârla taşınarak bitkilere, suda yaşayan canlılara, verimli topraklara, kentsel yapılara ve tarihî eserlere zarar verir.

Hava kirliliğinin neden olduğu asit yağmurları astım, solunum yolu enfeksiyonları ve akciğer kanseri gibi çeşitli hastalıklara yol açar. İnsan sağlığını ve yaşam kalitesini olumsuz etkiler.



Görsel 3.32: Asit yağmurlarının oluşumu

Hava kirliliği nedeniyle oluşan asit yağmurları doğayı da olumsuz etkiler (Görsel 3.33). Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün 2012 yılı verilerine göre dış ortamdaki hava kirliliği her yıl 3,7 milyon insanın hayatını kaybetmesine neden olmaktadır.

Görsel 3.33: Asit yağmurlarının neden olduğu olumsuz etkiler

GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

Küresel İklim Değişikliği

Atmosfer, yeryüzünü ısıtır ve belirli bir sıcaklık aralığında kalmasını sağlar. Gezegenimize çarpan güneş radyasyonunun çoğu uzaya geri yansıtılır. Dünyaya yayılan kızılötesi ışınların çoğu atmosferdeki CO_2 , su buharı ve diğer gazlar tarafından tutularak yeryüzüne geri yansıtılır. Enerjinin atmosferdeki sera gazlarının etkisiyle tutulmasına **sera etkisi** denir. Karbondioksit, su buharı ve atmosferdeki diğer sera gazları, görünür ışığı geçirmesine rağmen dünyadan yayılan kızılötesi ışınlarının yolunu keserek bir kısmını yeryüzüne yansıtır. Sera etkisi olmasaydı dünyanın hava sıcaklığı çok düşük (-18 °C) olacak ve birçok canlı yaşayamayacaktı.

Ozon gazı güneşten gelen UV ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını önler. Deodorantlarda ve soğutucularda kullanılan CFC (kloroflorokarbon) gazlarının atmosfere yayılması ozon tabakasının incelmesine yol açar. Bu durum zararlı ışınların yeryüzüne daha çok ulaşmasına neden olur. İnsanlar üzerinde görülen en önemli etkisi cilt kanseri hastalığındaki artıştır.

Fosil yakıtların kullanılması, endüstriyel faaliyetler ve orman alanlarının yok edilmesi atmosferdeki karbondioksit miktarını artırır. Maden ve petrol aramaları, yerkürede depolanmış olarak bulunan metan gazının serbest hâle geçmesine ve atmosfere salınmasına neden olur. Tarımsal ve hayvansal faaliyetler ise metan gazının miktarında artışa neden olur.

Atmosferde karbondioksit, karbonmonoksit, CFC, metan ve ozon gibi gazların fazla birikmesi sera etkisini artırarak yeryüzündeki ortalama sıcaklığın artmasına yol açar. Sera gazları etkisiyle havanın ortalama sıcaklığının artışına **küresel ısınma** adı verilir. Küresel ısınma sonucu dünyada uzun dönemde meydana gelen iklim değişiklikleri **küresel iklim değişikliği** olarak adlandırılır. Sıcaklık değişimlerinden kaynaklanan bu durum bazı canlıların yaşamını ve üreme döngülerini olumsuz etkiler. Küresel iklim değişikliklerinden kaynaklanan sıcaklık artışları kutuplardaki buzulların erimesine, deniz seviyesinin yükselmesine, okyanus sularının ısınmasına ve daha asidik olmasına neden olur. Küresel ısınma ile sel, kuraklık ve çölleşme artar; tarım alanları azalır. Bu değişiklikler zamanla habitatların ve canlı türlerinin yok olmasına neden olur.

Araştırmalara göre 2100 yılına kadar yeryüzü ortalama sıcaklığının 1-6 °C arasında artacağı tahmin edilmektedir. Bir bölgenin ortalama sıcaklık değeri artarsa o bölgede yayılış gösteren canlı türleri uygun sıcaklığın olduğu yerlere doğru göç eder ya da yeni sıcaklığa uyum sağlamaya çalışır. Bu adaptasyon sırasında popülasyon yoğunluğu azalır.

cfc
içermez

Görsel 3.34: CFC içermeyen ürün

İçeriğinde ozon tabakasına zarar veren maddeler içeren ürünlerin tercih edilmemesi bireylerin doğal dengeyi önemsemelerinin bir göstergesidir. Ozon tabakasına zarar vermeyen ürünlerin içeriğinde CFC bulunmaz (Görsel 3.34). Küresel ısınmaya yol açan maddeler içeren ürünler kullanılmamalıdır.

Canlılar eşit yaşama hakkına sahiptir. İnsanlar yaşam standartlarını geliştirdikçe doğaya, dolaylı olarak da diğer canlıların yaşam alanlarına zarar verebilmektedir. Doğaya zarar vermeyen ürünleri kullanarak diğer canlıların yaşam alanlarına saygılı ve adil olmak gerekir.

Erozyon

Akarsuların ve rüzgârların etkisiyle toprağın verimli üst kısmının aşınıp başka bir yere taşınmasına **erozyon** denir. Ormanların yok edilmesi ve toprağın yanlış kullanılması gibi faaliyetler erozyon hızını artırır. Erozyona uğrayan topraklarda bitkiler için gerekli besin maddeleri azaldığından toprak verimliliği düşer ve arazi çoraklaşır (Görsel 3.35). Buna bağlı olarak hayvancılık faaliyetleri zarar görür ve ekonomik sorunları beraberinde getirir. Ekolojik denge bozulur, habitatlar zarar gördüğünden biyoçeşitlilik azalır. Erozyon sonucunda tarım alanları kullanılamaz hâle gelir. Türkiye'de bir yılda erozyonla ortaya çıkan toprak kaybı dünya ortalamasının yaklaşık iki katıdır.

Görsel 3.35: Erozyon sonucu çoraklaşan toprak

Doğal Hayat Alanlarının Tahribi ve Orman Yangınları

Çevre kirliliği ile doğal kaynakların aşırı ve bilinçsiz kullanılması sonucunda hem kaynaklar kirlenir hem de habitatlar yok olur. Habitatları yok olan canlıların nesilleri tükenir ya da tükenme tehlikesi altına girer.

Ormanlık alanların tahrip edilmesi (Görsel 3.36), orman yangınları (Görsel 3.37), çarpık kentleşme, aşırı otlatma ve avlanma ekosistemin yapısını bozar. Bunun sonucu olarak canlıların yaşam alanları zarar görür ve sayıları giderek azalır. Ormanlık alanların azalması aynı zamanda dünyanın akciğerlerinin de zarar görmesi anlamına gelir. Orman yangınları atmosfere büyük oranda sera gazı salınımına yol açar. Orman Genel Müdürlüğü'nün 2017 yılında yayımladığı rapora göre 2016 yılında ülkemizde çıkan 3188 orman yangınında 9156 hektarlık ormanlık alan zarar görmüştür.

Görsel 3.36: Ormanlık alanların azaltılması

Görsel 3.37: Orman yangınları

ARAŞTIRMA

Sınıf arkadaşlarınızla üç grup oluşturunuz. Yaşadığınız bölgeye ait üç çevre sorunu belirleyip gruplara paylaştırınız. Seçtiğiniz çevre sorununu araştırınız. Yaptığınız araştırma sonuçlarını sınıfta paylaşınız.

Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz. Araştırma raporu değerlendirme formunu dikkate alınız.

Biyolojik Çeşitliliğin Azalması

Habitatların azalması, ötrofikasyon, türlerin aşırı kullanımı ve yeni türlerin ekosisteme katılması biyolojik çeşitliliğin azalmasında etkili olan faktörlerdir. Hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, radyoaktif kirlilik, ses kirliliği, asit yağmurları, küresel iklim değişikliği, erozyon, doğal hayat alanlarının tahribi ve orman yangınlarının birer çevresel sorun olmalarının en önemli etkisi, değişen ortama uyum sağlayamayan canlı türlerinin yok olmasına sebep olmalarıdır. Çevre sorunları yaşam ortamlarını değiştirerek canlıları "yok olma tehlikesi" ile karşı karşıya bırakır. Bir türün ortadan kalkması ekosistemdeki ekolojik dengelerin bozulması anlamına gelir. Çünkü ekosistemlerdeki madde ve enerji akışında canlılar arasında hiyerarşik bir ilişki vardır. Beslenme ilişkileri sayesinde besin zincirleri kurulmakta ve besin ağları oluşmaktadır.

Ekosistemde besin zincirinde yer alan bir canlı türünün ortadan kalkması onunla beslenme ilişkisi olan diğer canlı türlerinin de zarar görmesine neden olur. Toprak kirliliği, asit yağmurları, erozyon ya da orman yangınları gibi sebeplerle bazı bitki çeşitlerinin yok olması, birçok otçul canlının besin kaynaklarının ortadan kalkmasına ve sayılarının azalmasına neden olur. Otçullarla beslenen etçillerde mevcut durumdan zarar görerek sayıları azalır.

Ekosistemlerde türlerin yok olması biyolojik çeşitliliğin azalmasına yol açar fakat biyolojik çeşitlilik yalnız tür çeşitliliği demek değildir. Biyolojik çeşitlilik tür çeşitliliğinden başka; genetik çeşitliliği, ekosistem çeşitliliği ve ekolojik niş çeşitliliğini içine alan çok geniş bir kavramdır. Biyolojik çeşitliliğin azalmasıyla canlıların beslenme ilişkileri, madde döngülerinin sürdürülebilirliği, doğal kaynakların kullanımı ve yenilenebilirliliği de zarar görür.

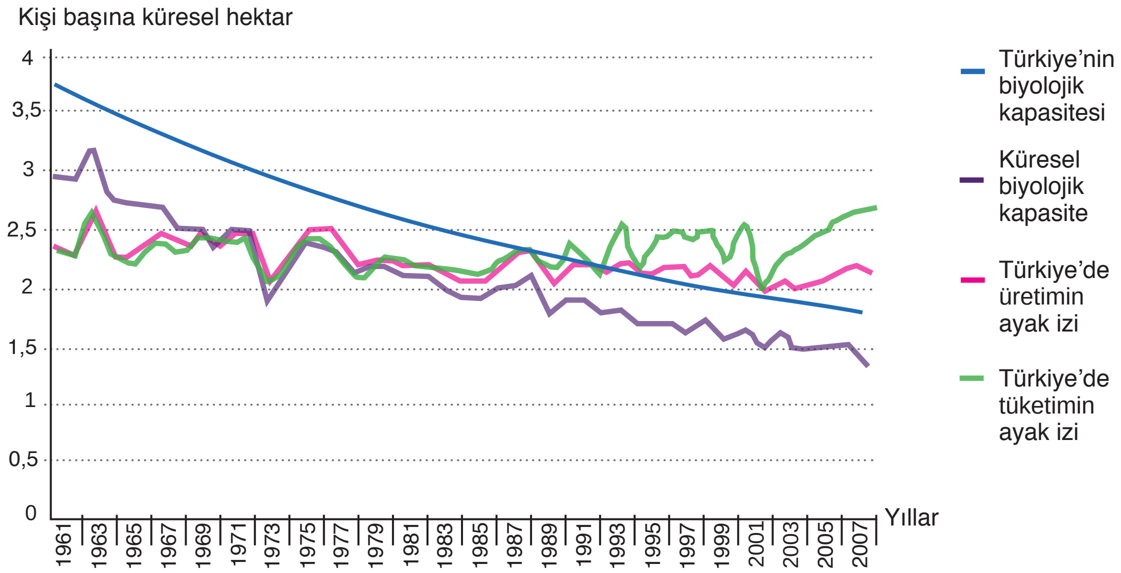
3.2.2. ÇEVRE SORUNLARININ ORTAYA ÇIKMASINDA İNSANIN ROLÜ

İnsan faaliyetleri ekosistemdeki enerji akışını ve madde döngülerini değiştirebilir. İnsan kaynaklı değişiklikler sonucu ekosistemlerin gördüğü zarar ve kendini yenileme için gerekli şartlar değişik yöntemlerle hesaplanır. Bu hesaplamalardan çıkan veriler, ekolojik dengenin korunması için gelecekte nasıl bir yol izlenmesi gerektiği hakkında önemli bilgiler sunar. İnsan kaynaklı değişikliklerin hesaplanmasında ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izi ölçütleri incelenecektir.

Ekolojik Ayak İzi

İnsanın ekosistemdeki rolünü gösterecek önemli bir kriter ekolojik ayak izidir. Bir kişi ya da topluluk için kullanılan kaynakların üretilmesi ve oluşan atığın giderilmesi için gereken coğrafi alana **ekolojik ayak izi** denir. Bu alana altyapı ile atık karbondioksitin (CO_2) emilimini sağlayacak bitki örtüsü için gerekli alanlar da dâhildir. Bir coğrafi bölgenin yenilenebilir doğal kaynakları üretme gücüne **biyolojik kapasite** denir.

Bir yerin biyolojik kapasitesi ekolojik ayak izine göre yüksek ise o bölgenin ekolojik olarak kendini yenileme kapasitesi de yüksektir. Türkiye'de ve birçok ülkede ekolojik ayak izi, biyolojik kapasiteyi aşmış durumdadır. Bu durum ülkeleri dünyanın diğer bölgelerindeki tatlı su kaynaklarına, ormanlarına ve tarım alanlarına bağımlı hâle getirmektedir. 2007 yılında küresel ölçekteki tüketimin ekolojik ayak izinin kişi başına 2,7 kha (küresel hektar) olduğu belirlenmiştir. Aynı yıl toplam biyolojik kapasite kişi başına 1,8 kha olarak hesaplanmıştır. Ekolojik ayak izi ile biyolojik kapasite arasındaki fark, kişi başına 0,9 kha'lık ekolojik açığa işaret eder. Bu açık, insanın verdiği zararın, doğa tarafından karşılanamadığının bir göstergesidir. Kişi başına düşen ekolojik ayak izi sabit olsa bile nüfus artışı kaynaklı olarak azalan biyolojik kapasite, toplamda artan ekolojik ayak izini karşılayamaz hâle gelmektedir. Az gelişmiş ülkelerin ekolojik ayak izi küçük, gelişmiş ülkelerin ekolojik ayak izi büyüktür. Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF)'nın 2012 yılına ait raporuna göre Türkiye'nin ekolojik ayak izi Grafik 3.1'de verilmiştir.



Grafik 3.1: Türkiye'nin biyolojik kapasitesi ve ekolojik ayak izi, 1961-2007

Bir kişi ya da bir topluluk tarafından tüketilen ürünlerin üretimi için kullanılan yenilenebilir doğal kaynaklara tüketimin ekolojik ayak izi denir. Tüketimin ekolojik ayak izi, biyolojik kapasiteyi aşıyorsa doğal kaynakların bir süre sonra yetersiz kalacağı anlamına gelir.

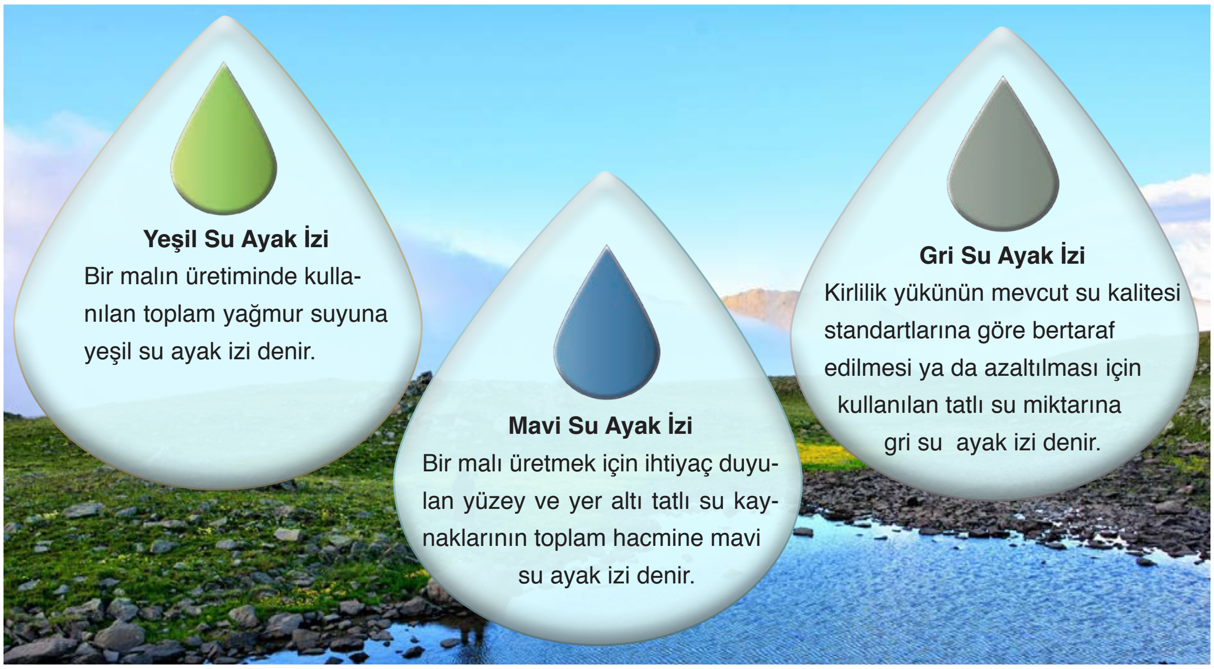
Bir ülke ya da bir coğrafi bölgede sağlanan biyolojik kapasitenin kullanımına üretimin ekolojik ayak izi denir. Bir yerdeki üretimin ekolojik ayak izinin biyolojik kapasiteyi aşması, oradaki doğal kaynakların sürdürülebilir olmayan biçimde kullanılması demektir.

DİKKAT

Türkiye'deki tüketim düzeyi, ülkenin sürdürülebilir olarak ürettiği doğal kaynak miktarının (ulusal biyolojik kapasite) %100 üzerinde; dünya genelinde kişi başına düşen biyolojik kapasitenin ise %50 üzerindedir. Dünyadaki herkes ortalama bir ABD vatandaşı kadar doğal kaynak tüketirse yaklaşık 5 dünya kadar doğal kaynak yaratılması gerekir. Türkiye için bu değer 2 dünya kadardır.

Su Ayak İzi

Birey veya topluluk tarafından kullanılan, her mal ve hizmetin üretilmesi ve tüketilmesi için gereken toplam tatlı su hacmine **su ayak izi** denir. Su ayak izinin hesaplanmasında bir mal veya hizmet üretiminde doğrudan ya da dolaylı olarak harcanan toplam tatlı su miktarı da dikkate alınır. Mavi, yeşil ve gri su ayak izi kavramları, su ayak izinde su kullanımı ile kalitesini temsil eden üç bileşendir (Görsel 3.38). Dünyada toplam su miktarının %97,5'i okyanuslar ve denizlerde bulunur. Dünya üzerindeki tatlı su miktarı ise %2,5'tir. Tatlı suyun %68,7'si buzullarda, %30,1'i yer altı sularında, %0,8'i buzulların altındaki donmuş toprak tabakasında ve %0,4'ü yüzey sularında ve atmosferde bulunmaktadır.



Yeşil Su Ayak İzi
Bir malın üretiminde kullanılan toplam yağmur suyuna yeşil su ayak izi denir.

Mavi Su Ayak İzi
Bir malı üretmek için ihtiyaç duyulan yüzey ve yer altı tatlı su kaynaklarının toplam hacmine mavi su ayak izi denir.

Gri Su Ayak İzi
Kirlilik yükünün mevcut su kalitesi standartlarına göre bertaraf edilmesi ya da azaltılması için kullanılan tatlı su miktarına gri su ayak izi denir.

Görsel 3.38: Su ayak izi bileşenleri

Kentsel kullanım, tarımsal sulama, enerji ve üretim faaliyetleri su kaynakları üzerinde büyük baskı oluşturmaktadır. Yeterli ve iyi kalitede suyun varlığı; insanlığın gıda güvencesinin, tatlı su ekosistemlerinin temel unsurudur. Küresel nüfusun 2050 yılında 9 milyara ulaşacağı öngörülmekte olup bu durumda nüfusun %65'i ciddi su sıkıntısıyla karşı karşıya kalacaktır.

Dünyanın su ayak izi yılda ortalama 1,24 milyon litre iken, Türkiye 1,61 milyon litrelik ayak izi ile ortalamanın üzerindedir. Türkiye'nin su ayak izinin çıkarılması, su kaynaklarımızın verimli kullanımı açısından önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra 2013 yılında başlamış olan Türkiye'nin Su Ayak İzi Projesi 2014 yılında tamamlanmıştır. Türkiye'de toplam 95 milyar m^3 yüzey suyundan %29 oranında faydalanılmakta olup bunun %79'u sulamada, %11'i içme suyunda, %10'u ise sanayide kullanılmaktadır. Türkiye, sanıldığının aksine su kıtlığı sınırında bir ülkedir. 1990–2010 yılları arasında tüketilen toplam su miktarında %40,5 oranında bir artış görülmüştür.

Karbon Ayak İzi

Görsel 3.39: Rüzgâr ve güneş enerjijsi panelleri

Kurum veya bireylerin ulaşım, ısınma, elektrik tüketimi vb. tüm yaşamsal faaliyetlerinde atmosfere verilen toplam karbondioksit ve diğer sera gazlarının salınım miktarına **karbon ayak izi** denir. Karbon ayak izi, bu süreçlerde yıllık oluşan birim karbondioksit (ton ya da kg) cinsinden ölçülür. İhtiyaçların karşılanabilmesi için atılan her adım enerji gerektirir. Bu enerjinin kullanımı sırasında atmosfere sera gazlarının salınımı gerçekleşir. Kullanılan enerjinin yarısının fosil kaynaklı olduğu düşünülürse enerjiyi verimli ve akılcı kullanmak dünyanın geleceği için büyük önem taşımaktadır. Fosil yakıtların kaynağı yeryüzünde sınırsız değildir. Bu nedenle güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek gerekir (Görsel 3.39). Yenilenebilir enerji kaynaklarına güneş, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik, biyoenerji ve okyanus enerjisi örnek olarak verilebilir. Kaynakların kullanımında bilinçli olmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi teşvik etmek, gelecek nesillere karşı insanlığın sorumlulukları arasında yer alır.

Türkiye'nin toplam ekolojik ayak izinde en büyük pay %46 ile karbon ayak izine aittir. Türkiye'de, 2017 yılından itibaren yeni binaların yıllık enerji ihtiyacının en az %20'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından temin edilmesi planlanmaktadır.

Ekolojik, su ve karbon ayak izi uygulamaları
Ekolojik, su ve karbon ayak izini küçültmek için çözüm önerileri

Bireysel ekolojik, su ve karbon ayak izlerinizi bölüm sonunda verilen örneklerden yararlanarak hesaplayınız. Yerel bağlamda ekolojik, su ve karbon ayak izlerini küçültmek için uygulanabilecek çözüm önerilerini araştıınız. Yeni çözüm önerileri geliştiriniz, sınıf ve okul panolarında paylaşınız.

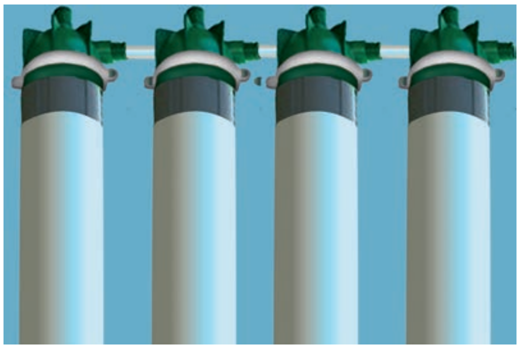
Ekler bölümünde verilen öğrenci öz ve akran değerlendirme formlarını doldurunuz.
Araştırma raporu değerlendirme formunu dikkate alınız.

3.2.3. YEREL VE KÜRESEL BAĞLAMDA ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİ

İnsan sürekli artan çevre sorunlarıyla karşı karşıya kalır. Birçok canlı türünün nesli tükenmiş ya da tükenmek üzeredir. Yaşamın sürekliliği için gerekli olan doğal kaynaklar; hızla kirlenmekte, azalmakta ya da yok olmaktadır. Bu sürekli bozulma ve tükenme, nüfus artışıyla beraber daha da hızlanır. Yeryüzündeki yaşam, birbiriyle iç içe geçmiş parçalardan oluşan büyük bir sistemin ürünüdür. Bu parçalardan herhangi birinin zarar görmesi sistemdeki diğer parçaları da etkiler.

Yerel ve Küresel Bağlamda Çevre Kirliliğinin Önlenmesi için Yapılan Çalışmalara Örnekler

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), Türkiye'deki başarılı projeleri listelemiştir. Bu listedeki başarılı örneklerden birisi de Türkiye'de ilk kez delikli elyaf membran üretimi için laboratuvar araştırmasıdır. İlgili firmanın kimya alanındaki bu projesi 2011-2013 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Projenin yatırım maliyeti 35 milyon dolar olup Türkiye'deki çevreci ürün tasarımlarına örnek olmuştur. Firma yetkilileri projeden 250-300 milyon dolar ciro beklemektedirler. Atık suyun geri kazanılmasının çok önemli hâle geldiği günümüzde, proje ile geliştirilen ürünün geniş kullanım alanları mevcuttur (Görsel 3.40). Üretilen delikli elyaf membran modülü, suyun kimyasal özelliklerini değiştirmeden ileri fiziksel arıtma işlemi gerçekleştirmektedir. Teknolojide en ileri arıtma yöntemi olan bu sistem, belediye ve büyük sanayi kuruluşlarının su arıtma tesislerinde atık suların arıtılarak standartlara uygun hâle getirilmesinde kullanılır. Ayrıca atık su geri kazanım sistemlerinde, içme ve kullanım suyu hazırlanmasında ve ters osmoz sistemlerinde kullanılmaktadır. Geliştirilen ürünün kullanıldığı alanlarda çevre kirliliğinin önlenmesinin yanında tüm ayak izleri ve maliyetlerde azalma söz konusudur.



Görsel 3.40: Delikli elyaf membran kullanılan arıtma sistemi

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, dünyada çevre kirliliğinin önlenmesi çalışmalarından en iyi çevre uygulamalarını listelemiştir. Bu listeye göre İspanya'da bir firma tarafından gerçekleştirilen atıkların en aza indirilmesi, ham maddelerin tekrar kullanımı projesi, en iyi çevre uygulamaları arasına seçilmiştir. Çimento, kireç ve alçı üretimi yapan firma ürünlerin taşınmasında kullanılan ahşap paletlerin (Görsel 3.41) geri kazanımı ve tekrar kullanımına yönelik bir proje uygulamıştır. Firma, müşterilerinden ürünlerini taşımak için sunduğu ahşap paletler için depozito alarak ahşap paletlerin müşteriler tarafından geri iadesini amaçlamıştır. Bu şekilde uygulanan proje sonuçlarına göre ahşap paletlerin %95'inden fazlası müşteriler tarafından geri iade edilmiştir. Ahşap paletler iade edilmeseydi firma yeni ahşap palet üretimi için hem ham madde (kereste) kullanacak hem de mali kaynak ayırmak durumunda kalacaktı. İade edilen paletlerin tekrar kullanıma sunulmasıyla çevreye verilen zarar en aza indirilmiş, maliyet açısından da tasarruf sağlanmıştır (Tablo 3.2). Bu programın daha az atık üretimi ve daha az kaynak kullanımı gibi olumlu etkilerinin yanı sıra ekonomik yararları da olmuştur.

Görsel 3.41: Ahşap taşıma paletleri

Tablo 3.2: Atıkların En Aza İndirilmesi, Ham Maddelerin Tekrar Kullanımı Projesi

	Proje Öncesi	**Proje Sonrası**
İade edilen palet oranı	-	%95
Yıldа tüketilen palet sayısı	250 000	12 500

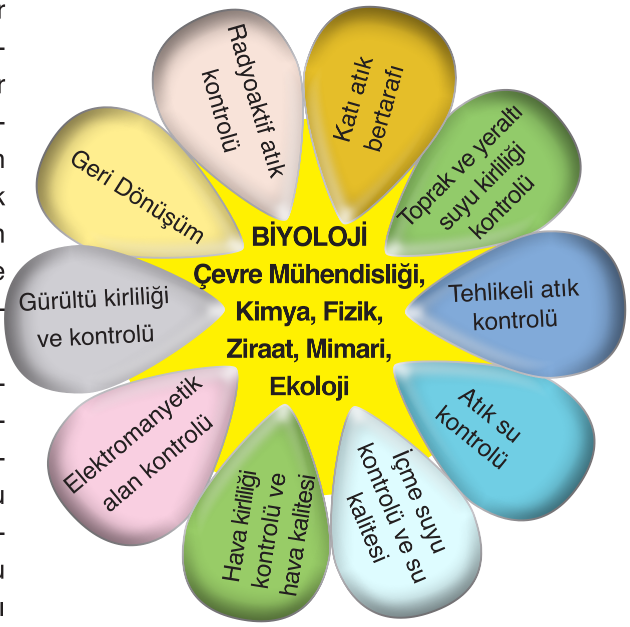
Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik neler yapılabilir?

Okulda "Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik neler yapılabilir?" konulu, 2 ders saati süreli bir panel düzenleyiniz. Panel düzenleme hakkında gerekli bilgilere www.eba.gov.tr adresinden ulaşabilirsiniz. Panel organizasyonu sınıf temsilcileri ve okul öğrenci temsilcisi tarafından yapılabilir. Panele yakın çevrenizdeki kamu kurum ve kuruluşlarından alanında uzman katılımcı davet ediniz. Panelde konu hakkında çözüm önerilerinin sunulmasını ve tartışılmasını sağlayınız.

Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Biyolojinin Diğer Disiplinler ile İlişkisi

Çevre sorunları toplumsal bir olgudur. Çevre kirliliğinin sonuçları sadece bölgesel ya da ulusal değil küreseldir. Bu nedenle çevre politikalarının etkili olabilmesi için tüm ülkelerde ortak olarak uygulanması gerekir. Çevre kirliliğinin önlenmesi sadece biyoloji biliminin konusu değildir. Bu nedenle disiplinler arası ortak çözüm yöntemleri ve farklı disiplinlere özgü çözüm yöntemleri geliştirilerek uygulanması gerekir.

Çevre kirliliğini önlemek amacıyla biyoloji ve diğer disiplinler, mühendislik ilke ve teknolojilerini kullanarak çevresel sorunlara disiplinler arası çözümler arar (Görsel 3.42). Çevre dostu üretim, en az doğal madde ve enerji kullanılarak en yüksek verimi hedefleyen üretimdir. Organik tarım çevre dostu üretime örnek verilebilir. Yeşil kimya, zararlı maddeler içermeyen kimyasal ürünler üreterek çevresel sorunlara atom ve moleküler düzeyde çözüm geliştirdiğinden sürdürülebilir bir yaşam için vazgeçilmezdir.


Radyoaktif atık kontrolü
Katı atık bertarafı
Toprak ve yeraltı suyu kirliliği kontrolü
Geri Dönüşüm
BİYOLOJİ
Çevre Mühendisliği, Kimya, Fizik, Ziraat, Mimari, Ekoloji
Gürültü kirliliği ve kontrolü
Tehlikeli atık kontrolü
Elektromanyetik alan kontrolü
Atık su kontrolü
Hava kirliliği kontrolü ve hava kalitesi
İçme suyu kontrolü ve su kalitesi

Görsel 3.42: Biyolojinin diğer disiplinlerle ilişkisi

Kentsel atıkların %13-30'luk gibi önemli kısmını inşaat ve yıkıntı atıkları oluşturur. Çevreye duyarlı mekânlar oluşturmak için mimarlık ile çevre mühendisliği disiplinler arası bir yaklaşımla çözümler üretir. Çevre dostu mekânlar, malzeme tasarımları ve uygulamalar geliştirmeye yönelik çalışmalar bunlara örnek verilebilir. Bu süreçte yeşil tasarım ve ekolojik tasarım kavramları ön plana çıkmış, tüm bunlar sürdürülebilir mimari kavramını oluşturmuştur.

Ekolojik tasarım, doğa ile barışık ve doğaya zararı en aza indirgenmiş tasarımları gerçekleştirmektir. Yeşil mimari, bina tasarımında enerji ve su tasarrufunu sağlar, sera gazı salınımlarını azaltmanın yollarını arar, mekânı zehirli kimyasallardan arındırarak çevre dostu malzemeler kullanır (Görsel 3.43).

Elektrikli araçlar ve elektrik akımı taşıyan kablolar etrafında manyetik ve elektromanyetik alan oluşur. Elektromanyetik dalgalar, insanda dolaşım, sindirim sistemi ve DNA sentezi bozuklukları, kan basıncı değişimi, depresyon gibi rahatsızlıklara neden olabilir. Bazı canlılarda ise yön bulma yeteneklerini olumsuz etkiler. Yüksek gerilim hatlarının geçtiği güzergâhların belirlenmesi, fizik, biyoloji, mimari, ekoloji gibi disiplinler arası çalışmalara örnektir. Radyoaktif atıkların, canlıların zarar görmeyeceği şekilde bertaraf edilmesi uygulamaları, biyoloji, kimya ve mimarlık bilimlerinin disiplinler arası ilişkilerine örnek verilebilir.

Görsel 3.43: Çevre dostu tasarımlar

Bazı canlıların üreme döngülerinde ışık önemli bir etkendir. Işık kirliliği canlıların üreme faaliyetlerini olumsuz etkileyebilir. Işık kirliliğinin tespit edilerek önlemler alınması yolunda çalışmalar yapmak fizik ve biyoloji bilimlerinin disiplinler arası ilişkilerine örnek olarak verilebilir.

ALIŞTIRMA

Üretim ve tüketim faaliyetlerinin ekolojik dengeye etkileri aşağıdaki etki tablosunda verilmiştir.

a) Asit yağmurları	b) Hastalıkların artması	c) Erozyon	ç) Habitat kaybı
d) Beslenme sorunları	e) Hava kirliliği	f) İklim değişiklikleri	g) Çevre kirliliği
ğ) Sera gazlarının salınımı	h) Doğal kaynakların tüketimi	ı) Besin zincirinin bozulması	i) Biyolojik çeşitliliğin azalması
j) İçme suyu kıtlığı	k) Su kirliliği	l) Ses kirliliği	m) Toprak kirliliği

Aşağıdaki tabloda verilmiş olan çevre sorunlarının karşısına hangi etkilere yol açabileceklerini yukarıdaki etki tablosunun harflerini kullanarak yazınız. Bu etkileri ortadan kaldırabilmek için gerekli çözüm önerilerinizi de öneriler sütununa yazınız.
(Tabloda ormanlık alanların yok edilmesiyle ilgili çalışma örneği verilmiştir.)

Çevre Sorunlarına Yol Açan Faaliyetler	Etkileri	Çözüm Önerileri
Orman yangınları	c,ç,d,e,f, g,ğ,h,ı,i	Eğitim, bireyleri bilinçlendirme, yangınların sık görüldüğü alanların kontrolü, yangın alanlarının rehabilitasyonu, ağaçlandırma....
Aşırı ve plansız kentleşme		
Yeni tarım arazisi ihtiyacı		
Endüstrileşme		
Taşıt kullanımının artması		
Ormanların kesilerek yok edilmesi		
Hızlı nüfus artışı		
Atıkların ayrıştırılmaması, kirleticilerden arındırılmaması		

Çevreye Saygılı Olmanın Doğaya Katkısı

Refah seviyesini yükseltirken biyolojik çeşitliliğe yönelik tehditleri ortadan kaldırmak ve dünyadaki yaşamın devamlılığını sağlamak insanlığın sorumluluğudur. Küresel iklim değişikliğini ve biyolojik çeşitliliğin kaybını durdurmak çevreye saygı duymakla mümkündür. İnsanların yaşam tarzındaki küçük değişiklikler, küresel iklim değişikliğini ve biyolojik çeşitliliğin kaybını durdurma yolunda atılmış büyük adımlar olacaktır. Günümüzde dünyanın sağlayabildiği kaynakların % 50'den fazlası kullanılmaktadır. Gelecekte bu oran büyük bir hızla artacak ve 2030 yılında iki dünya gezegeni kadar kaynaklar bile insanlara yetmeyecektir. İnsan, ekolojik ayak izini azaltmak zorundadır. Toplumlar su ve diğer kaynakların kullanımında adaletli davranmalıdır. Canlıların doğal kaynaklardan yararlanma hakkı vardır. Bu hakkın kullanımında insanlar dürüst davranmalı, bireyler aldıkları eğitimin gereğini yerine getirmelidir.

Yeni tarım alanlarının açılması, kentsel gelişim, ormancılık ve madencilik faaliyetlerinin artması, küresel iklimsel değişiklikleri ve çevre kirliliği canlıların doğal hayat alanlarının yok olmasına neden olur. Doğal hayat alanları yok olan canlı türleri de yok olmakla karşı karşıya kalır. İnsanın olumsuz faaliyetleri nedeniyle biyoçeşitlilik büyük tehdit altındadır. Bunun için atılan her adımda ekolojik dengeyi korumayı benimseyen politikalar üretmek insanın kendisine ve geleceğine yapacağı bir yatırımdır. Çevreye saygılı olmak doğaya, içindeki canlılara ve insanlığa katkıda bulunmak anlamına gelir (Görsel 3.44).

Görsel 3.44: Doğaya saygı

Yerel ve küresel bağlamda çevreye zarar veren üretim ve tüketim faaliyetlerinin tartışılması

Okulda "Yerel ve küresel bağlamda çevreye zarar veren üretim ve tüketim faaliyetleri" konulu, 2 ders saati süreli bir forum düzenleyiniz. Forum düzenleme hakkında gerekli bilgilere www.eba.gov.tr adresinden ulaşabilirsiniz. Forum organizasyonu sınıf temsilcileri ve okul öğrenci temsilcisi tarafından yapılabilir. Forumda konu hakkında çözüm önerilerinin sunulması ve tartışılması sağlanır.

Ekolojik, karbon ve su ayak izleri için hazırlanan formlarda verilen değerler yaklaşık değerlerdir. Bu değerler başka ölçeklerde farklılık gösterebilir.

EKOLOJİK AYAK İZİNİN HESAPLANMASI

Tabloyu inceleyerek size uygun olan tüketim çeşitlerini seçiniz. Seçtiğiniz tüketim çeşitlerinin puanını belirledikten sonra puan sütununa yazınız. Yazdığınız puanlarınızı toplayarak ekolojik ayak izinizi hesaplayınız. Ekolojik ayak iziniz ile ortalama ayak izini karşılaştırınız.

Tüketim Çeşitleri	Puanlar				
	1	2	3	4	Alınan Puan
Araçla Gidilen Haftalık Yol (km)	A) Araç kullanılmıyor.	B) 10-50 km	C) 51-90 km	D) 91- 130 km	
Yaşanılan Konut Büyüklüğü (m^2)	A) 60 m^2'den düşük	B) 61-90 m^2	C) 91-120 m^2	D) 120 m^2 ve üzeri	
Bitkisel Besin Tüketim Düzeyi	A) Nadiren	B) Bazen	C) Sık sık	D) Çok sık	
Süt, Süt Ürünleri ve Yumurta Tüketimi	A) Nadiren	B) Bazen	C) Sık sık	D) Çok sık	
Kırmızı Et Tüketim Düzeyi	A) Nadiren	B) Bazen	C) Sık sık	D) Çok sık	
Ev Dekorasyon ve Bakımı İçin Aylık Harcanan Para	A) 0- 40 TL	B) 41 - 80 TL	C) 81-120	D) 121-160 TL	
Giyime Ayrılan Aylık Bütçe	A) 0- 40 TL	B) 41 - 80 TL	C) 81-120	D) 121-160 TL	
Sanatsal ve Kültürel Faaliyetlere Ayrılan Aylık Bütçe	A) 0- 15 TL	B) 16 - 30 TL	C) 31 - 45 TL	D) 45 TL ve üzeri	
Isınmada Kullanılan Yakıt Türü	A) Doğalgaz	B) Odun	C) Kömür	D) Akaryakıt	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanım Oranı	A) %70 ve üstü	B) %70 -%50 arası	C) %50 -%20 arası	D) %20'den düşük	
				Toplam Puan	
				Ortalama Ekolojik Ayak izi	19

KARBON AYAK İZİ HESAPLANMASI

Aylık tüketim miktarlarınızı ortalama tüketim aralığı sütununa yazınız. Sütuna yazılan değerlerin olduğu satırdaki yıllık tüketilen ağaç ve yıllık atmosfere verilen CO_2 miktarlarını tespit ediniz, toplayınız. Karbon ayak izinizi, ortalama karbon ayak izi ile karşılaştırınız. Karbon ayak izinize karşılık gelen yıllık tüketilen ağaç miktarı, tüketiminize karşılık dikmeniz gereken ağaç sayısını verir.

Ortalama Tüketim Aralığı	Tüketim	Yıllık Tüketilen Ağaç Miktarı	Yıllık Atmosfere Salınan CO_2 (Ton/Kişi)
Aylık Elektrik Tüketimi (Kw/Saat)			
	34 ve altı	-	0,12
	35 – 99	1	0,48
	100 – 151	2	0,6
	152 – 216	3	0,84
	217 – 272	4	1,2
Aylık Doğal Gaz Tüketimi (Kw/Saat)			
	85 ve altı	-	0,12
	86 – 246	1	0,48
	247 – 375	2	0,72
	376 – 535	3	1,08
	536 – 675	4	1,44
Aylık Kömür Tüketimi (m^3)			
	5 ve altı	-	0,12
	6 – 16	1	0,48
	17 – 24	2	0,72
	25 – 35	3	1,08
	36 – 44	4	1,44
Aylık Kâğıt Tüketimi (kg)			
	31 ve altı	-	0.24
	32 – 91	1	0,48
	92 – 139	2	0,72
	139 – 199	3	1,08
	200 – 251	4	1,44
	Toplam Dikilmesi Gereken Ağaç Sayısı		
Toplam Karbon Ayak İzi			
Kişi Başına Düşen Ortalama Karbon Ayak İzi			**0,3287 ton CO_2 / Kişi**

SU AYAK İZİ HESAPLANMASI

1, 2 ve 3 numaralı tablolardan yararlanarak yeşil su, mavi su ve gri su değerleri tespit edilir. Tespit edilen değerler 4 numaralı tabloda toplanır. Değerler toplamı su ayak izinizin bir göstergesi olup ortalama su ayak izi ile karşılaştırılır.

1. EVSEL TÜKETİM (Doğrudan su ayak izi)

Sütunlarda yer alan tüketim birimlerinden tüketiminize uygun olan aralığı belirleyerek mavi ve gri su ayak izlerinizi tespit ediniz. Tespit ettiğiniz değerleri 4 numaralı tabloya yazınız.

Ortalama Tüketim Aralığı	Aylık Su Tüketimi (m^3)	Aylık İçme Suyu Tüketimi (L)	Araç Yıkama Sayısı (Haftalık)	Yeşil Su (m^3/Yıl/Kişi)	Mavi Su (m^3/Yıl/Kişi)	Gri Su (m^3/Yıl/Kişi)
	10	10	1	-	12,3	0,2
	20	20	2	-	24,6	0,4
	30	30	2	-	36,9	0,4
	40	40	3	-	49,2	0,6

2. GIDA TÜKETİMİ (Dolaylı su ayak izi)

Sütunlarda yer alan tüketim birimlerinden tüketiminize uygun olan aralığı belirleyerek yeşil, mavi ve gri su ayak izlerinizi tespit ediniz. Tespit ettiğiniz değerleri 4 numaralı tabloya yazınız.

Haftalık tüketim dikkate alınmıştır.

Ortalama Tüketim Aralığı	Et (Kg)	Yumurta (Adet)	Süt (L)	Peynir (Kg)	Meyve (Kg)	Ekmek (Adet)	Bakliyat (Kg)	Çay (Bardak)	Yeşil Su (m^3/Yıl/Kişi)	Mavi Su (m^3/Yıl/Kişi)	Gri Su (m^3/Yıl/Kişi)
	0,5	7	2	0,5	1	7	0,2	7	842	69	66
	0,75	11	3	0,75	1,5	11	0,3	14	1268	104	100
	1	14	4	1	2	14	0,6	28	1705	143	136
	1,5	14	4	1	3	21	0,8	42	2303	183	175

3. DİĞER TÜKETİM (Dolaylı su ayak izi)

Sütunlarda yer alan tüketim birimlerinden tüketiminize uygun olan aralığı belirleyerek yeşil, mavi ve gri su ayak izlerinizi tespit ediniz. Tespit ettiğiniz değerleri 4 numaralı tabloya yazınız.

Aylık tüketim birimi Türk Lirası olarak alınmıştır.

Ortalama Tüketim Aralığı	Elektrik	Benzin – LPG	Kıyafet	Elektronik Ürün	Yeşil Su (m^3/yıl/kişi)	Mavi Su (m^3/yıl/kişi)	Gri Su (m^3/yıl/kişi)
	50	50	50	50	6,1	3,1	7,7
	75	75	75	75	9,1	4,6	11,5
	100	100	100	100	12,2	6,5	15,7
	125	125	125	125	15,2	7,6	19,2

4. TOPLAM AYAK İZİ TABLOSU

1-3. tablolarda belirlediğiniz yeşil, mavi ve gri su değerlerini uygun yerlere yazınız. Toplam su ayak izinizi belirleyerek ortalama su ayak iziyle karşılaştırınız.

Tablolar	Yeşil Su (m^3/yıl/kişi)	Mavi Su (m^3/yıl/kişi)	Gri Su (m^3/yıl/kişi)
1. EVSEL TÜKETİM			
2. GIDA			
3. DİĞER			
Toplam Su Ayak İzi			
Ortalama Su Ayak İzi	1150	253	239

2
BÖLÜM

GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz, eşleşmeyen kavramı belirleyerek tanımını yazınız.

a) Ses kirliliği
b) Erozyon
c) Hava kirliliği
ç) Su kirliliği
d) Radyoaktif kirlilik
e) Küresel ısınma

1. Atmosferdeki gazların miktarının belirli değerlerin üzerine çıkması
2. Kirleticilere bağlı olarak sudaki kimyasal maddelerin miktarının artışı
3. Sesin belli bir desibelin üzerine çıkarak insan sağlığını etkilemesi
4. Çeşitli nedenlerle toprağın verimli üst kısmının aşınıp taşınması
5. Yeryüzünün ortalama sıcaklık değerinin artması

Eşleşmeyen kavram: ....

Tanım: ....
....

2. a) Bir bölgenin biyolojik kapasitesinin zamanla artan ekolojik ayak izine bağlı olarak nasıl değişeceğini açıklayınız.

....
....
....

b) Bu değişimi grafik üzerinde gösteriniz.

3. Petrol ve kömür gibi fosil yakıtların aşırı kullanılması hangi çevre sorunlarına yol açar?

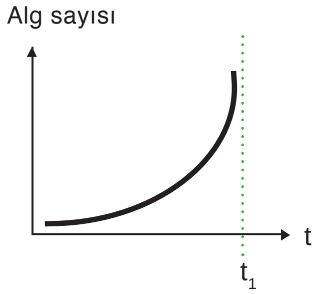
....
....
....
....

4. Su ayak izinin azaltılması için bireysel sorumluluklar nelerdir?

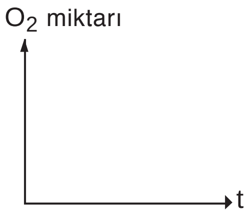
....
....
....

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

5. Bir göle gübre fabrikasının atık suları karışıyor. Göldeki alg sayısında t_1 zaman aralığında meydana gelen değişim grafiği aşağıda verilmiştir.



Buna göre aşağıdaki grafikleri çiziniz.



6. Aşağıda verilenlerden hangisi sera etkisine yol açan gazlardan biri değildir?

A) CO_2 B) CH_4 C) NH_3

D) CFC E) NO_2

7. Hava kirliliği

I. Ozon tabakasının incelmesi
II. Asit yağmurları
III. Küresel iklim değişikliği

olaylarından hangilerine neden olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

8. Toprak kirliliği ile ilgili

I. Organik tarım yapılması
II. Endüstriyel atıkların toprağa karışması
III. Tarım ilaçlarının kullanılması

uygulamalarından hangileri kirliliği arttırıcı yönde etki yapar?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

9. Karbon ayak izini azaltmak için

I. Enerji tasarruflu ampul kullanma
II. Fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji türlerini kullanma
III. Özel araç yerine toplu taşıma araçlarını kullanma
IV. Bilgisayar, cep telefonu gibi teknolojik araçların aşırı kullanımı ve tüketimi

ifadelerinden hangileri alınabilecek önlemlerdendir?

A) I ve II B) I ve III C) III ve IV

D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

10. Çevresel sorunlarla ilgili

I. Bitki örtüsünün azalması
II. Sera etkisi
III. Kuraklık

ifadelerinden hangileri küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkan sonuçlardan biri değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

3. BÖLÜM

DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

ANAHTAR KAVRAMLAR

- Biyokaçakçılık
- Endemik tür
- Doğal kaynak
- Gen bankası
- Sürdürülebilirlik

HAZIR MISINIZ?

○ Çevrenizde nesli tükenme tehlikesi altında olan canlılar nelerdir?

○ Bitki çeşitliliğinin insan sağlığına olumlu etkileri neler olabilir?

○ Çevrenizde gördüğünüz nadir bulunan bitkiler nelerdir?

○ Bazı canlı türleri için koruma alanları oluşturulmasının nedeni ne olabilir?

3\.

BÖLÜM

DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

> “Gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakabilmek için kullanılan doğal kaynakların sürdürülebilir olması gerekir. Tüm canlıların doğal olarak yaşamlarını sürdürebileceği ortamlar, kaynakların sürdürülebilir olmasıyla sağlanabilir.
>
> Türkiye canlı çeşitliliği açısından zengin bir coğrafyaya sahiptir. Türkiye’deki biyolojik çeşitliliğin bilinmesi ve korunması, bu durumun öneminin farkında olunması ile sağlanır. Birçok bitki ve hayvan türünün tek yaşama alanının Türkiye olması millî bir mirastır.
>
> Bu bölümde sürdürülebilir doğal kaynakların kullanımının gelecekteki canlılar için önemini açıklayabilecek ve endemik türlerin biyolojik çeşitliliğe, sağlığa ve ekonomiye katkılarını kavrayacaksınız. Nesilleri tükenme tehlikesi altında olan canlıların korunmasının, biyokaçakçılığın önlenmesinin ve gen bankalarının kurulmasının biyolojik çeşitliliği korumadaki önemini sorgulayacaksınız ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çözüm önerilerinde bulunacaksınız.”

3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Görsel 3.45: İstanbul Lalesi

Doğa tarafından insanın kullanımına sunulan yer altında ve üstünde bulunan yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklara **doğal kaynaklar** denir. Ekosistemdeki mikroorganizma, bitki (Görsel 3.45), hayvan ve mantar gibi pek çok canlı türünün oluşturduğu biyolojik çeşitlilik, canlı doğal kaynakları oluşturur. Güneş, rüzgâr, petrol, mineraller, canlıların farklı yaşam alanları, toprak ve su cansız doğal kaynakları meydana getirir. Biyolojik çeşitlilik, insanın doğada birçok canlı türünü ilaç, ham madde ve besin kaynağı olarak kullanmasından dolayı önemli bir doğal kaynak hâline gelmiştir. Doğal kaynaklar, insanlar tarafından hiç tükenmeyecekmiş gibi aşırı ve yanlış kullanılırsa doğal denge bozularak tüm canlıların yaşamını tehdit eder. 1960'lı yıllarda başlayan çevre bilincinin gelişimiyle doğa ve doğal kaynakları koruma konusu önem kazanmıştır.

3.3.1. DOĞAL KAYNAKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN ÖNEMİ

Doğal kaynaklar milyonlarca yıllık bir süreçte kendine özgü dinamik etkileşimlerle oluşmuştur. İnsanların bilinçsizce tüketiminden kaynaklanan doğal kaynaklardaki kayıpların önlenerek dengenin yeniden sağlanması yüksek maliyetli sosyal, bilimsel ve ekonomik süreçleri gerektirir. Doğal kaynakların ekosistem dengelerine uygun şekilde kullanılarak çeşitlilik ve üretkenliklerinin sürekliliğinin sağlanmasına **sürdürülebilirlik** denir. Ekosistem ve bileşenlerinin varlıklarını doğal olarak sürdürmelerini sağlamak çağın zorunluluğu hâline gelmiştir. Doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin bilinçsizce yok edilmesi geri dönüşü olmayan kayıplara neden olacaktır.

19. yüzyıldan itibaren sanayileşmenin artması, nüfus artışı, kentleşme ve kirlenme doğal kaynakları olumsuz etkilemiştir. Kaynakların bilinçsiz kullanımı, orman yangınları, aşırı otlatmalar, sulak alanların kurutulması ve tarımsal faaliyetler gibi insan etkileri biyoçeşitliliği giderek azaltmıştır. Özellikle modern teknoloji insanlara doğadan sınırsız yararlanma olanağı sağlamıştır. Bu nedenle bütün doğal faktörlerin bir araya gelerek oluşturduğu doğal denge, yanlış ve aşırı kullanımlar nedeniyle zarar görür. Dolayısıyla başta insanlar olmak üzere bütün canlıların yaşam ortamları olan ekosistemler olumsuz etkilenir. Bu olumsuz etkiler ve sonuçları, doğal süreçlerle kısa zamanda eski hâline dönüşemez. Doğal kaynaklara verilen zararları önleme ve zarar görmüş kaynakları yeniden kazanma, düzenleme çalışmalarında modern teknoloji yetersiz kalmaktadır.

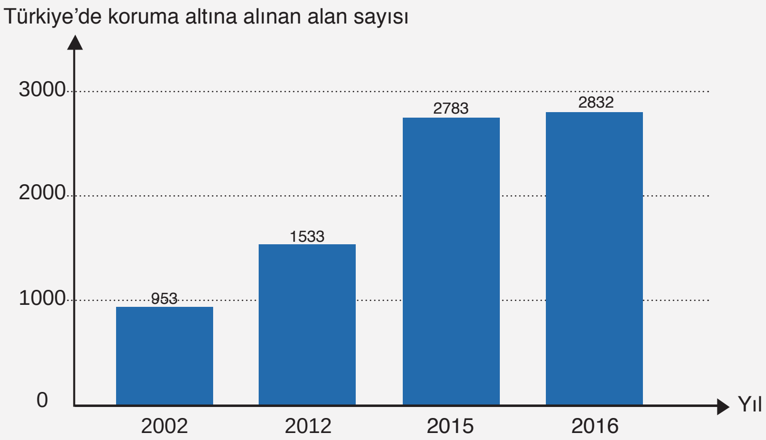
Bilinçsiz ve aşırı kullanım sonucu doğal kaynaklara zarar verdiğini fark eden toplumlar, telafi yolları arar ve yöntemler geliştirir. Bu süreçte çok sayıda projeler hayata geçirilirken yüksek miktarda mali kaynaklar kullanılır. Doğal kaynakların bilinçsiz ve aşırı kullanımı insanlara kısa dönemde yarar sağlayabilir. Ancak yapılan bütün telafi etme süreçlerinde çok daha fazla iş gücü, zaman ve ekonomik kaynak harcanır. Gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakabilmek için bireyler kendine, ailesine, çevresine ve ülkesine karşı sorumluluklarını yerine getirmelidir. Doğal kaynaklar, bilinçsiz ve aşırı kullanım yoluyla israf edildiği takdirde gelecek nesillerin ekolojik sorunları daha fazla artacaktır.

DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Doğal yapının asıl bileşeni olan biyolojik çeşitliliğin bilinçsiz ve aşırı tüketilmesi kolaydır. Doğal kaynakların, sürdürülebilir olmayan ve aşırı kullanımı, küresel iklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğe birçok zarar vermiştir. İnsan kaynaklı bu zararların önlenmesi amacıyla birçok yaptırım uygulanmalıdır.

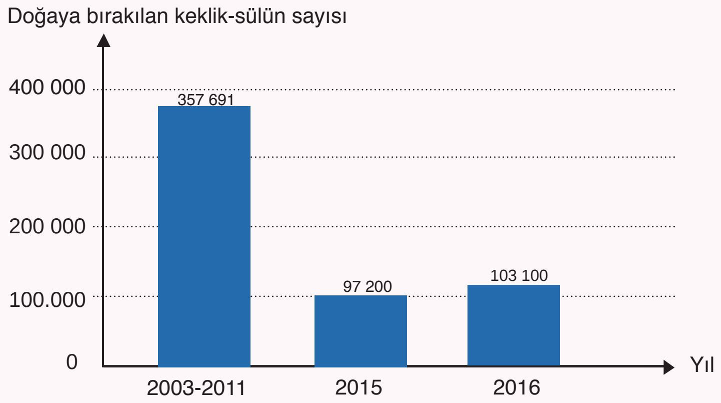
Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği ile İlgili Başarılı Uygulamalar

Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitliliğin korunması için birçok çalışma yapmakta ve projeler yürütmektedir. Yapılan çalışmalardan 31.12.2016 tarihi itibarıyla elde edilen sonuçların bazıları grafiklerde belirtilmiştir (Grafik 3.2, Grafik 3.3, Grafik 3.4 ve Grafik 3.5).



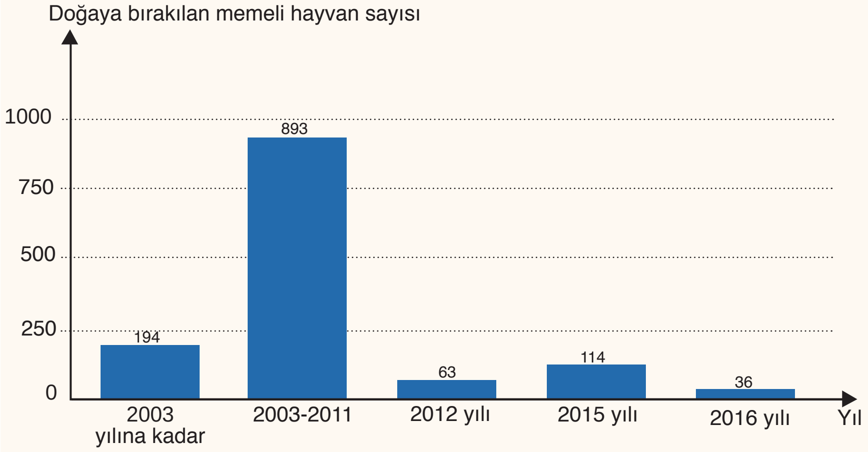
Grafik 3.2: Türkiye'de koruma altına alınan alan sayısının yıllara göre değişimi

2002 yılında 953, 2012 yılında 1533, 2015 yılında 2783, 2016 yılında ise 2832 adet alan koruma altına alınmıştır.



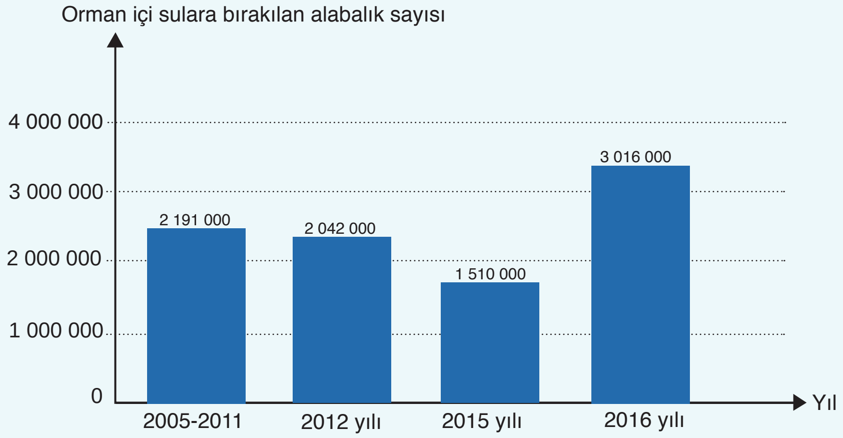
Grafik 3.3: Doğaya bırakılan keklik-sülün sayısının yıllara göre değişimi

2003-2012 yılları arası 357 691, 2015 yılında 97 200, 2016 yılında ise 103 100 adet Keklik-Sülün yetiştirilerek doğaya bırakılmıştır.



Grafik 3.4: Doğaya bırakılan memeli hayvan sayısının yıllara göre dağılımı

2003 yılına kadar 194, 2003-2011 yılları arası 893, 2012 yılı 63, 2015 yılı 114, 2016 yılında ise 36 memeli hayvan yetiştirilerek doğaya bırakılmıştır.



Grafik 3.5: Orman içi sulara bırakılan alabalık sayısının yıllara göre dağılımı

2005-2011 yılları arasında 2 191 000, 2012 yılında 2 042 000, 2015 yılında 1 510 000, 2016 yılında ise 3 016 000 adet alabalık yetiştirilerek orman içi sulara bırakılmıştır.

Doğal kaynakların korunması, sürdürülebilir kullanımı ve verilen zararın telafisinde; iş gücü, zaman ve ekonomik kaynaklar kullanılır. Gelecek nesillere yaşanabilir ve sağlıklı bir dünya bırakabilmek için doğal kaynakların israfından kaçınmak gerekir. Bu konuda herkesin bilgilendirilerek sorumluluk alması sağlanmalıdır. Yapılan çalışmaların amaçlarına ulaşabilmesi için bireysel ve toplumsal farkındalıkların artırılması gereklidir.

! DİKKAT

Doğal kaynakların sürdürülebilirliği konusunda Türkiye'de yapılan çok sayıda başarılı uygulamalar vardır. Korunan alanlar ve millî parklarımız hakkındaki güncel bilgilerle uygulamalara karekod 3.7'yi kullanarak ulaşabilirsiniz.

Karekod 3.7: Sürdürülebilirlik uygulamaları

3.3.2. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN YAŞAM İÇİN ÖNEMİ

Ekosistemdeki türler birbirleriyle etkileşim içindedir. Bir türün yok olması ya da zarar görmesi ekosistemdeki diğer türleri de olumsuz etkileyebilir. Ardıç ağacının (Görsel 3.46) tohumları toprağa düştüğünde doğrudan çimlenemez. Ardıç kuşları (Görsel 3.47) ardıç tohumlarının çimlenmesinde önemli rol oynar. Ardıç kuşunun toprağa düşen tohumu öncelikle yemesi gerekir. Tohum, ardıç kuşunun sindirim sisteminde kabuklarından ayrılır ve dışkı ile dışarı atılır. Toprağa düşen ardıç tohumu çimlenerek yeni bitkiyi oluşturur. Ardıç kuşları ayrıca salyangoz, böcek, kurtçuklar ve üzüm ile de beslenir. Ardıç kuşlarının avlanarak sayılarının azaltılması, ardıç ağaçlarını olumsuz etkiler. Ardıç ağaçlarının azalması diğer canlı türlerini de etkileyecek ve ekosistemdeki tür çeşitliliği azalacaktır.

Görsel 3.46: Ardıç ağacı

Görsel 3.47: Ardıç kuşu

ARAŞTIRMA

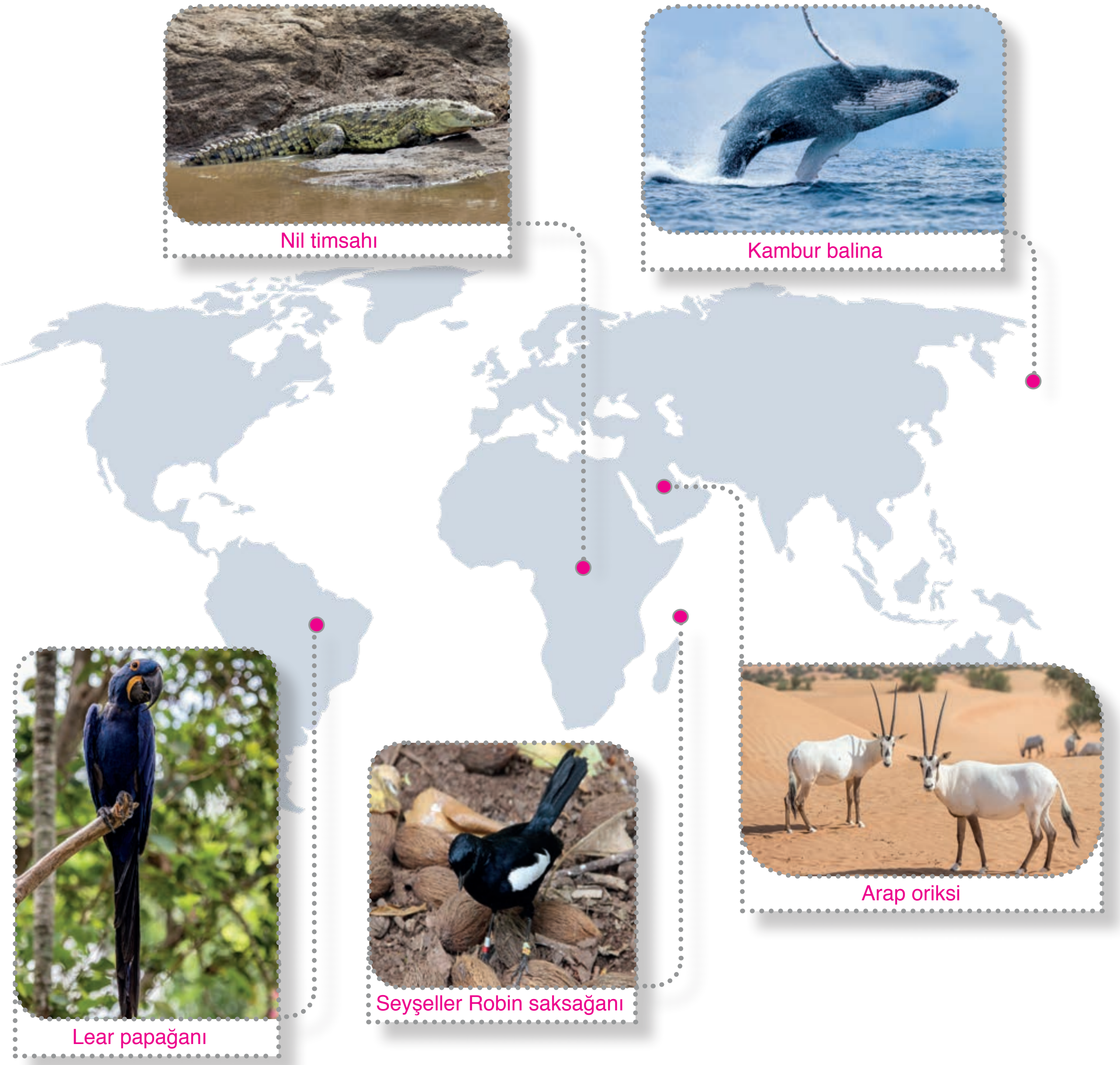
Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını sağlayan faktörler nelerdir? Araştırınız. Bu faktörlerin biyolojik çeşitliliğe etkilerini sınıfta tartışınız.

Ekler bölümünde verilen öğrenci öz değerlendirme formunu doldurunuz.
Araştırma raporu değerlendirme formunu dikkate alınız.

Organik ve inorganik kirlenme çevre ve insan sağlığında önemli sorunlar meydana getirir. Kentleşmenin artması ve sanayinin gelişmesi ile insan odaklı ağır metal kullanımı giderek artmıştır. Ağır metaller toprak ve suya karışarak besin zinciri üzerinde olumsuz etkiler oluşturur.

İnsan kaynaklı olumsuz etkilerle dünyada nesli tükenme tehlikesi altında olan türlerin kırmızı listesi yayımlanmıştır. 2015 yılında yayımlanan kırmızı listede yer alan türlerden Nil timsahı (*Crocodylus niloticus* - Krokodilus nilotikus) Afrika'ya özgü olup eti ve derisi için avlanılır. Uluslararası ticaret kontrollerinin etkisiyle Nil timsahının yok olma riski azalmış durumdadır. Nil timsahı ilk olarak 1996 yılında savunmasız kategorisinden en az kaygı verici kategorisine alınmıştır. Kambur balina (*Megaptera novaeangliae* - Megaptera novayangliae) popülasyonları ticari balina avcılığı nedeniyle ciddi bir şekilde tüketilmiştir. Koruma eylemi ile türleri olağanüstü dayanıklılık göstermiş ve popülasyonları artmıştır. Kambur balina 2008 yılında kırmızı listenin en az kaygı verici kategorisine alınmıştır. Nüfuslarının 60 000'den fazla olduğu tahmin edilmekte ve giderek artmaktadır. Lear papağanı (*Anodorhynchus leari* - Anodoinçus liari) ticareti nedeniyle ciddi tehdit altındadır. Küresel nüfusu 1983 yılında tahmini 60 bireye düşmüş olan Lear papağanın yasalarla korunması, avcıların, kaçakçıların ve koleksiyoncuların tutuklanması; bu türün korunmasında etkili olmuştur.

2009 yılında Lear papağanı kritik tehlike kategorisinden daha altta yer alan tehlike kategorisine alınmış ve nüfusu tahminî 1000'den fazla kuşa ulaşmıştır. Seyşeller Robin saksağanı (*Copsychus sechellarum*- Kopsikus şeyselarum) 1965 yılında sadece tek bir adada 12-15 tane kalmıştır. Bu tür için kurtarma programı 1990 yılında başlatılarak 2005 yılında kritik tehlike kategorisinden daha alttaki tehlike kategorisine alınmıştır. 2006 yılında da nüfusu dört adada 178 kuşa ulaşmıştır. Arap oriksi (*Oryx leucoryx* - Oriks lökoriks) başarılı yetiştirme ve yeniden tanıtım çabaları sayesinde vahşi nüfusu yaklaşık 1000 bireydir. 2011 yılında tehlikeli durumdan daha altta olan savunmasız kategorisine alındı. Kırmızı listenin 2015 yılına ait yayınına göre nesli tükenme tehlikesi altındaki türlerden bazıları Görsel 3.48'de verilmiştir.



Görsel 3.48: Dünyada kırmızı listeye giren bazı canlılar

DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Türkiye’deki Biyolojik Çeşitlilik Örnekleri

Türkiye’de biyolojik çeşitlilik; Milli Parklar Kanunu, Kara Avcılığı ve Su Ürünleri Kanunu gibi yasalar kapsamında korunur. Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları, türlerin yerinde korunduğu alanlardır. Bu sahalar, belirlenmiş hedef türler yanında yaban hayatını oluşturan diğer canlıların korunmasını da amaçlar. Birçok amacı olan bu sahalar, belirli türleri kapsayan av turizminin yapıldığı yerler olarak algılanmamalıdır. Verilen örnekler Türkiye ve dünyada yaşayan canlı türlerini içermektedir.

Deniz Kaplumbağaları

Deniz kaplumbağaları yaklaşık 115 milyon yıldır yerküre üzerinde yaşar. Yakın akrabalarından birçok canlı türü yok olmuştur. Doğal şartlara üstün bir ekolojik uyum göstererek nesillerinin devamını sürdürebilen ender canlılar arasında yer alır. Yerküre üzerinde 8 tür deniz kaplumbağası bulunur. Bu türler içindeki 5 tür Akdeniz’de yaşar. Bunlardan İribaş kaplumbağa (*Caretta caretta* - Karetta karetta) (Görsel 3.49) ve Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas* - Klonya midas) Akdeniz sahillerini önemli ölçüde yuvalama alanı olarak kullanır.

Görsel 3.49: İribaş kablumbağa

Akdeniz Foku

Akdeniz foku (*Monachus monachus* -Monaçus monaçus) dünyada nesli tükenme tehlikesi altında bulunan türler arasında ilk sıralarda yer alır (Görsel 3.50). Dünya Koruma Birliği (IUCN) tarafından Akdeniz foku, nesli en fazla tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan 12 canlı türünden biri olarak ilan edilmiştir. Akdeniz foklarının dünyadaki sayılarının 600 civarında olduğu ve Türkiye’de ise 100 civarında Akdeniz fokunun yaşadığı tahmin edilmektedir. Temiz bir çevrenin göstergesi olan Akdeniz foku yapılaşma olmayan, insan etkilerinden uzak kalmış mağara ve kovuklara sahip sessiz ve ıssız kayalık sahilleri tercih eder. Özellikle Ege’de Foça ve Karaburun Yarımadası, Bodrum Yarımadası, Doğu Akdeniz’de de Anamur - Taşucu arasında yaşar. Birçok Akdeniz ülkesinde yok olan bu türün Türkiye’de hâlâ bulunmasının nedeni eşsiz coğrafyanın onlara sunduğu ortamdır.

Görsel 3.50: Akdeniz foku

Mersin Balığı

Görsel 3.51: Mersin balığı

Yaklaşık 200 milyon yıldır dünya üzerinde yaşayan Mersin balıkları yaşayan fosiller olarak adlandırılmaktadır (Görsel 3.51). Mersin balıkları, etinin kalitesi ve çok değerli havyarı nedeniyle binlerce yıldan beri ekonomik önem taşır. Türkiye sularında 5 Mersin balığı türü bulunmaktadır. Mersin morinası (*Huso huso)* ve Rus Mersin balığı (*Acipenser sturio* - Açipenser suturyo) gibi türler Türkiye'de bulunanlara örnek verilebilir.

Mersin balıkları genellikle 10-15 yaşlarında cinsî olgunluğa ulaşırlar. İki ya da dört yıl aralıklarla yumurtlamaları ve 100 yıl kadar uzun yaşamaları mersin balıklarını özel kılar. Dünyada Mersin balıklarının birçok türü tehdit altındadır veya sayıları azalmış durumdadır. Örneğin Orta Avrupa'da Rus Mersin balığının nesli hemen hemen tükenmiştir.

Erken ve aşırı avlanmaları mersin balıkları için önemli bir tehdit unsurudur. Ayrıca habitatlarının tahrip edilmesi, su kirliliği ve barajlar nedeniyle anaç balıkların yumurtlama bölgelerine ulaşamaması nesillerinin tükenmesinin diğer nedenleri arasındadır. Mersin balıklarının doğal olarak bulunduğu ülkelerde nesillerinin tükenmekte olduğunun yıllar önce farkına varılmıştır ve bunu önlemek için çalışmalar yapılmaktadır.

Dev Kertenkele

Görsel 3.52: Dev kertenkele

Dev kertenkele (*Varanus griseus* - Varanus grizeyus), Türkiye'de Suriye ve Irak sınırına yakın sıcak ve kurak bölgelerde yaşar. Özellikle Şanlıurfa'nın Ceylanpınar ve Birecik ilçeleriyle Silopi civarında bulunur. Karada yaşamalarına karşın suya da girebilme özelliğine sahiptir. Yuva olarak mağaralar ve kaya yarıkları gibi yerleri tercih eder. Ayrıca yüksekliği 1200 metreye kadar olan bölgelerde de bulunabilir. En belirgin özellikleri dillerinin uzun, ince ve uçlarının çatallı olmasıdır. Normal bir kertenkeleye göre çok iri olmasından dolayı dev kertenkele adı verilmiş olup çöl varanı da denilir (Görsel 3.52). Çöl varanı kırmızı listede hassas kategorisinde yer almaktadır.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının yayımladığı broşüre göre Türkiye'de nesli tükenme tehlikesi altında olan bitki türlerinden bazıları Görsel 3. 53'te verilmiştir.

Yabani Siklamen
Yumrulu bitkiler familyasındandır. Bern Sözleşmesi ile korunmaktadır.

Çan çiçeği
Munzur Vadisi Millî Parkı alanında ve Munzur Dağları'nda yetişir.

Beyaz Çakal Nergisi
Dünyada sadece Muğla, Fethiye çevrelerinde yetişmektedir.

Sığla
Anadolu Sığla ağacı 20 m'ye kadar uzayabilen geniş tepeli, çok dallı bir ağaçtır. Dünyada sadece Türkiye'de yetişir.

İstanbul Nazendesi
Dünyada sadece Türkiye'nin kuzeybatısında görülmektedir.

Mavi Yıldız
Türkiye'nin kuzeybatısında ve Yunanistan'ın bazı bölgelerinde yetişir. Bern sözleşmesi ile koruma altına alınmıştır.

Kardelen
Türkiye'de doğal olarak yetişen dokuz türü bulunur. İki türü dışında ihraç edilmesi yasaklanmıştır.

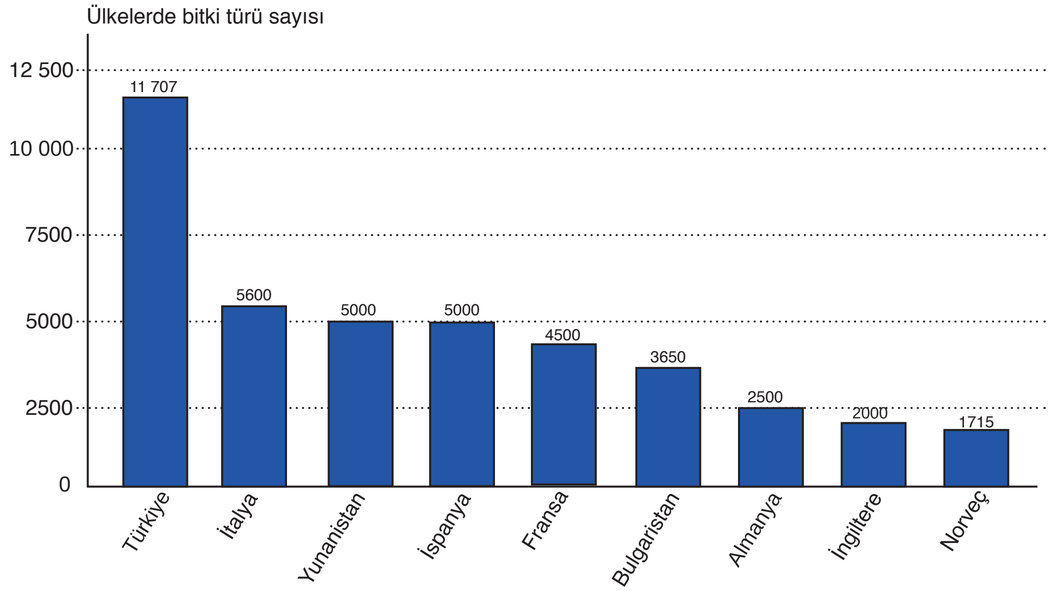
Yanar Döner çiçeği
(Sevgi çiçeği)
Türkiye'ye özgü bu çiçek, Ankara Gölbaşı ilçesinde yetişir. Bern Sözleşmesi ile korunmaktadır.

Görsel 3.53: Türkiye'de nesli tükenme tehlikesi altında olan bitki türleri

Endemik Tür

Canlılar ancak özelliklerine uygun habitat ve ekosistemlerde yaşayıp çoğalabilir. Habitat ve ekosistemler dünyanın birçok yerinde birbirine benzer. Fakat bazı coğrafi alanların özelliklerinden dolayı oluşan farklı habitat ve ekosistemlerde özel canlılar yaşayabilir. Sadece sınırları belirli bir coğrafi alanda yetişebilen ve başka coğrafi alanlarda bulunmayan türlere **endemik tür** denir. Avrupa'da 2750'si endemik olmak üzere 12 000 bitki türü bulunur. İtalya'da 5600, Yunanistan ve İspanya'da 5000, Fransa'da 4500, Bulgaristan'da 3650, Almanya'da 2500, İngiltere'de 2000, Norveç'te 1715 bitki türü bulunur. Türkiye endemik bitkiler açısından dünyanın önemli ülkeleri arasında yer alır.

Türkiye dünyada benzerine az rastlanan biyolojik çeşitlilik ve endemik çeşitliliğe sahiptir. Bunun nedenleri olarak üç kıta arasında köprü olması, jeolojik yapısının farklılığı, çeşitli iklim kuşaklarına ve ekolojik zenginliklere sahip olması sayılabilir. Türkiye'de 11 579'u kapalı tohumlu olmak üzere toplam 11 707 bitki türü vardır. Bunlardan 3925'i endemiktir (Grafik 3.6).



Grafik 3.6:Ülkelerde bitki türü sayıları

Türkiye'nin endemik hayvan türleri arasında Ankara kedisi, Van kedisi, Kangal köpeği, Denizli horozu (Görsel 3.54), Angora tavşanı ve Anadolu yaban koyunu sayılabilir. Türkiye'nin endemik bitki türleri arasında ise İstanbul soğanı, Karya ters lalesi, Osmaniye orkidesi, Amanos kekiği, Likya çemeni, Konya gaşağı, Serik armudu, yanar döner çiçeği, Eber'in sarı çiçeği ve şakayık sayılabilir.

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi (UBENİS) Türkiye'nin zengin biyolojik çeşitliliğini gün yüzüne çıkarmaktadır. 2013 yılında başlatılan projede 2017 yılına kadar 33 ilde çalışmalar tamamlanmıştır.

Çalışmalar sırasında saptanan İstanbul soğanının (*Allium istanbulenese* - Alyum istanbuleneyze), UBENİS sürecinde toplanan Allium cinsine ait bilinen türlerden hiçbirine benzemediği tespit edilmiştir. Böylece yeni bir türün bulunduğu dünyaya ilan edilmiştir (Görsel 3.55).

Görsel 3.54: Denizli horozu

Görsel 3.55: İstanbul soğanı

DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Endemik Türlerin Sağlık ve Ekonomiye Katkısı

Endemik bitkiler nadir bulundukları için ekolojik ve ekonomik değeri yüksektir. Biyolojik çeşitliliğin ekonomik değerini ve önemini gösteren en somut örnek bitkisel ve hayvansal besinlerin kaynağını oluşturmasıdır. Yabani türlerden tarımsal üretim aracılığı ile çağdaş tarımda yüksek verimli bitki türleri elde edilmiştir. Bu durum biyolojik kaynakların besin maddesi ve gen kaynağı olarak değerinin ne kadar yüksek olduğunu gösterir. Endemik türlerin ekonomik süreçlere önemli bir katkısı da ilaç ham maddesi olarak potansiyel taşımasıdır. Endemik türlerin bu potansiyeli insan sağlığı ve ekonomik açıdan önemlidir. İnsanlar, küresel olarak bitkilerden elde edilen ilaçlara gereksinim duyar ve bu ilaçları kullanır. Endemik bitkiler ekonomik değeri yüksek olan doğal kaynaklardan biridir. Tarımsal biyolojik çeşitlilik açısından binlerce farklı genetik özelliğe sahip çeşitlerin geliştirilmesi önemlidir.

Biyolojik çeşitlilik, gelecek nesillere aktarılması gereken evrensel bir mirastır. Her canlı, uzun bir geçmişe sahip canlı gruplarının yaşayan temsilcisidir. Her birinin kendine özgü özellikleri ve yetenekleri vardır. Her tür var olma hakkına sahiptir ve bu hakka saygı gösterilmelidir. İnsanlar için önemine bakılmaksızın her türün hayatının devamlılığı güvence altında olmalıdır. Toplumlar yaşadıkları coğrafi alanın biyolojik çeşitliliğini korumakla yükümlü olmalıdır.

Türkiye'nin zengin biyolojik çeşitliliği geçmiş nesillerden alınan önemli küresel ve millî bir mirastır. Özellikle doğada mevcut yabani formların korunması gerekir. Bu mirasın tüm zenginliğiyle geleceğe aktarılması herkesin ortak sorumluluğu ve görevi olup bir vatanseverlik göstergesidir. Ayrıca doğal kaynaklar kullanılırken de saygılı ve sınırlı olunması bir zorunluluktur.

Soyu Tükenen Türler

Canlı doğal kaynakların hiç tükenmeyecekmiş gibi kullanılması ve habitatların tahrip edilmesi gibi nedenlerle bazı türlerin soyları tükenmiştir. Geçmişte sadece Türkiye'de yaşayan Anadolu parsı ile Türkiye topraklarında görülen Asya fili (Görsel 3.56), yabani sığır, yaban eşeği, aslan, çita, kunduz, kaplan ve yılanboyun kuşunun ülkemizdeki nesilleri tamamen tükenmiştir.

Soyu tükenmiş bu türler biyolojik çeşitlilik açısından yeri doldurulamayacak bir kayıptır. Doğal kaynakların ya da herhangi bir türün yok olmasına neden olmak gelecek nesillere açıklanamayacak bir durumdur. Farkındalıkları yetersiz geçmiş nesillerin, doğal kaynakları duyarsız tüketmesi bugüne birçok olumsuz etki yapmıştır. Bu anlamda bugünün bireylerinin de gelecek nesillere karşı sorumlulukları söz konusudur. Bu nedenle bugünün bireyleri davranışlarının sorumluluğunu alabilme, toplumu önemseme, tarihsel ve doğal mirasa duyarlı olma konusunda hassas davranmalıdır.

Görsel 3.56: Asya fili

3.3.3. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Türkiye'nin çok zengin ve dünyada benzerine az rastlanan bir biyolojik çeşitliliğe sahip olması topluma birtakım sorumluluklar yüklemektedir. Bu sorumlulukların yerine getirilmesi sürecinde resmî kurum ve kuruluşlar ile sivil toplum kuruluşları başarılı proje ve çalışmalar yürütür.

Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğünün Alageyik Tür Koruma Eylem Planı 2014-2018 yılları arasını kapsayan başarılı bir çalışmadır. Alageyiklerin son doğal popülasyonu Türkiye'de yaşar (Görsel 3.57). Bu türün en kritik düzeyde nesli tükenme tehlikesi altında olması korunmasındaki gerekliliği artırır. Bu gereklilikten yola çıkılarak beş program öngörülmüştür. Bu programlar; koruma, habitat iyileştirme, eğitim ve bilinçlendirme, genetik çeşitliliğin artırılması, üretim ve yaygınlaştırma, envanter ve izleme çalışmalarıdır. 2017 yılı itibarıyla bu programlarla hedeflenen stratejik amaçların yaklaşık %80'i gerçekleştirilmiştir. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünün Eber sarısı, Avrupa kırmızı orman karıncası, saz kedisi, alabalık, Anadolu yaban koyunu, kuş kartalları, deniz kaplumbağaları gibi türler için tür koruma eylem planları çerçevesinde başarılı çalışmaları mevcuttur.

Görsel 3.57: Alageyikler

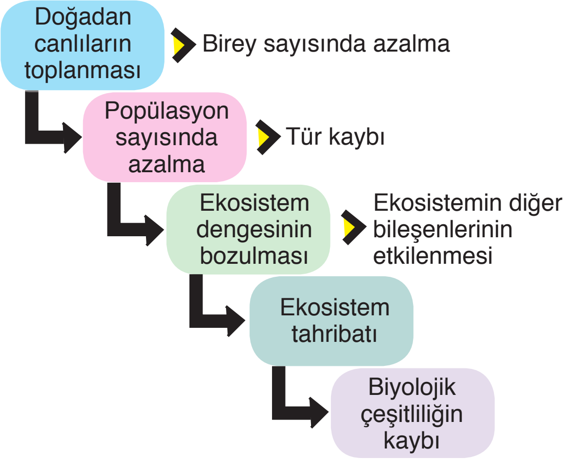
Biyokaçakçılık

Türkiye, gıda ve tarım için önemli pek çok bitkinin anavatanı ve genetik çeşitlilik merkezidir. Önemli oranda endemik bitki türlerine sahip olmasının yanı sıra tıbbi ve aromatik bitkiler açısından da zenginliği ile dikkat çekicidir. Endemik tür oranının ve genetik çeşitliliğin yüksek olması, Türkiye'yi genetik kaynaklar açısından bir cazibe merkezi hâline getirmiştir. Yurt dışındaki birçok insan koleksiyon, ticari amaçlar, bilimsel araştırmalar açısından Türkiye'ye ilgi duymaktadır. Bu nedenle yeni bir kaçakçılık türü ortaya çıkmış ve giderek daha büyük bir sorun hâline gelmiştir. Doğadan yabani canlıların ve onlara ait parçaların yetkili makamların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkartılmasına **biyokaçakçılık** (biyokorsanlık) denir.

İnsanlığın geleceği büyük ölçüde biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve değerlendirilmesine bağlıdır. Ülkemizin sahip olduğu kaynak değerler de, bu doğrultuda yabancı araştırmacılar için bir çekim merkezi, geniş bir malzeme deposu olma özelliğindedir. Ülkemizden en çok kaçırılan canlılar; böcekler, kelebekler, bitkiler, sürüngenler (yılan, kaplumbağa, kertenkele, vb), çift yaşamlılar (kurbağa, vb), yumuşakçalar (salyangoz, vb.), kuşlardır.

Biyokaçakçılık Türkiye'nin hem biyolojik çeşitliliğini hem de ekonomik geleceğini tehdit eder (Görsel 3.58). Tarım, hayvancılık, balıkçılık, ormancılık, gıda, endüstri, peyzaj, tıp ve ecza sektörleri için yabani canlılar ile onların genetik kaynakları birer ham madde niteliğindedir. İnsanlar ham madde niteliği taşıyan soğanlı bitkileri, bazı yılan ve böcek türlerini yurt dışına izinsiz çıkarmaktadırlar. Çıkarılan canlıların götürüldükleri ülkelerin de bilimsel çalışmalar yaparak kendi adlarına patent aldıkları bilinmektedir.

Türkiye'de Safranbolu'nun belirli bir alanında yayılış gösteren safran bitkisi,150'den fazla uçucu bileşik ve aroma içerir (Görsel 3.59). Çeşitli işlemlerden geçirilen safran bitkisi, gıda boyası ve tat verici olarak kullanılır. Safran, ağırlığına göre dünyanın en pahalı baharatıdır. Bu durum safran bitkisini biyokaçakçıların hedefi hâline getirmiştir.

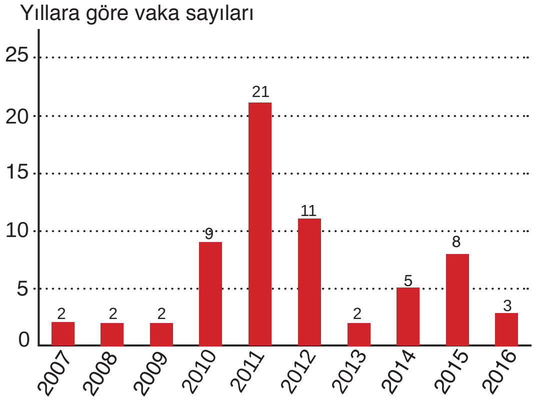

Doğadan canlıların toplanması
Birey sayısında azalma
Popülasyon sayısında azalma
Tür kaybı
Ekosistem dengesinin bozulması
Ekosistemin diğer bileşenlerinin etkilenmesi
Ekosistem tahribatı
Biyolojik çeşitliliğin kaybı

Görsel 3.58: Biyokaçakçılığın verdiği zararlar

Görsel 3.59: Safran bitkisi

Biyokaçakçılar, asıl amaçlarını gizleyerek kültürel ve bilimsel amaçlı toplantılara katılmak gibi nedenlerle Türkiye'ye gelir. Türkiye'deki bitki ve hayvan örneklerini toplayıp elde ettikleri örnekleri yurt dışına çıkarırlar. 2007-2016 yılları arasında tespit edilen biyokaçakçılık vaka sayıları Grafik 3.7'de verilmiştir.

Kardelen, lale, salep, safran ve orkide gibi değerli bitkilerin soğanlarından, köklerinden ve tohumlarından alınan örnekler poşetlenerek ya da preslenerek kaçırılmaktadır. Kelebek, böcek, salyangoz, yılan, kurbağa, kertenkele gibi canlılar tüplerde, bez torbalarda veya şişelenerek kaçırılabilmektedir.



Grafik 3.7: Yıllara göre biyokaçakçılık sayıları

ARAŞTIRMA

Biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve biyokaçakçılığın önlenmesine yönelik çözüm önerilerini araştırıp sınıfınızda tartışınız.
Ekler bölümünde verilen öğrenci öz değerlendirme formunu doldurunuz.
Araştırma raporu değerlendirme formunu dikkate alınız.

Gen Bankaları

Biyolojik çeşitlilik kaynaklarının, günümüzde ve gelecekteki bitkisel araştırmaların kullanımına hazır bir şekilde saklanması çok önemlidir. Yüksek verimli, kuraklığa, dona, aşırı soğuklara, hastalık ve tarımsal zararlılara dayanıklı çeşitler geliştirmek mevcut genetik çeşitliliğin korunması ile mümkündür.

Görsel 3.60: Pirinç bitkisi

Nesli tükenme tehlikesi altında olan birçok tür, taşıdığı potansiyel değerlerden özellikle genetik kaynak olması açısından öncelikli korunmalıdır. Ziraî türlere yakından akraba olan yabani bitki popülasyonları kaybedilirse kullanılabilecek genetik kaynaklar da yok olur. Hastalıklara dayanıklı ürünlerin geliştirilmesinde yabanıl türler kullanılabilir. Pirinçte (*Oryza sativa* - Oriyza sativa) (Görsel 3.60) etkili olan tehlikeli çimen virüsü yıkıcı salgına yol açarak ürün kaybına neden olur. Bilim insanları, Oryza sativa'nın yakın akrabalarını taradılar ve bu türün akrabası olan Hindistan pirincinin, (*Oryza nivara* - Oriyza nivara) bu virüse karşı dayanıklı olduğunu buldular. Böylece ıslah çalışmalarıyla dirençli olan ticari pirinç varyeteleri üretilerek çimen virüsünün yaptığı salgınların önüne geçilmiştir.

Canlıya ait hücre, doku ya da organların çok uzun yıllar boyunca uygun koşullarda saklanmasını sağlayan ortamlara **gen bankası** adı verilir. Bitki tohumlarının saklandığı gen bankalarına ise **tohum bankası** adı verilir. Gen bankasında muhafaza edilen bitki tohumlarının canlılıkları 30 ile100 yıl arasında korunur.

Biyokaçakçılık, doğal kaynakların bilinçsiz ve aşırı kullanımı gibi nedenlerle biyolojik çeşitlilik zarar görmüş, bazı türlerin soyu tükenmiştir. Biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilmesi için tohum ve gen bankaları gereklidir. Ayrıca nesli tükenme tehlikesi altında olan yabani ve ıslah edilmiş türleri koruma altına alarak geleceğe aktarmak için de tohum ve gen bankalarına gereksinim vardır.

Dünyanın sayılı büyük gen bankalarından olan Türkiye Tohum Gen Bankasında hem bitki hem bakteri hem de mantar gen kaynakları koruma altına alınmaktadır. Türkiye kendi bitkisel çeşitliliğini muhafaza çalışmalarına başlayan ülkelerden biridir. Bu çalışmalara 1964 yılında bugünkü adıyla Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünde başlanmıştır. Çalışmalar, Ülkesel Bitki Genetik Kaynakları Araştırma Projesi kapsamında yürütülmektedir.

Karekod 3.8: Gen Bankası tanıtımı

HABER KÖŞESİ

GELECEĞE TOHUM GÖNDER

Türkiye'de yayılış gösteren doğal bitki türleri ve tarımı yapılan kültür formlarının zenginliği ile bitkisel çeşitlilik yönünden büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de mevcut bitkisel çeşitliliğin günümüzden geleceğe aktarılması, bunların korunması ve saklanması ile mümkün olacaktır.

Türkiye'de yayılış gösteren doğal bitki türleri ve tarımı yapılan kültür formlarının zenginliği ile bitkisel çeşitlilik yönünden büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de mevcut bitkisel çeşitliliğin günümüzden geleceğe aktarılması, bunların korunması ve saklanması ile mümkün olacaktır. Ülkemizdeki bitki genetik kaynaklarının toplanması ve muhafazası konusunda duyarlı olan ve iş birliği yapmak isteyen herkes Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesindeki Ulusal Gen Bankasında muhafaza edilmek üzere bilgileri ile birlikte tohum örneği gönderebilir. Uzun süreli muhafaza koşullarına uygun nitelikte olan her tohum örneği, göndericinin adı ile kaydedilir ve muhafazaya alınır. Ulusal Gen Bankasında aşağıda belirtilen hususlara uyan tohum örnekleri muhafaza edilir.

Ulusal Gen Bankasında belli özelliğe sahip materyal korunur. Bunlar; Türkiye orijinli yabani türler, Türkiye'ye has yerel çeşitler (köy popülasyonları), Türkiye'de tescil ettirilmiş çeşitler ve özelliği kesin olarak belirlenmiş merkezi belli ve kayda alınmış (hastalık ve zararlılara dayanıklılık, kuraklık, soğuk, tuz vb. stres faktörlerine dayanıklılık, yüksek kalite özelliği gibi) ileri hatlardır. Islah çalışmalarında kullanılan, yukarıda belirtildiği gibi belirli bir özelliği tescil edilmemiş ve orijini belli olmayan çalışma materyali, Ulusal Gen Bankasında uzun süreli muhafazaya konu olmamaktadır. Ulusal Gen Bankasında bu özellikleri içermeyen ıslah programlarının çalışma materyalinin muhafazası yapılmamakta olup çalışma materyalinin muhafazasından ıslahçı sorumludur.

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Ulusal Gen Bankası
(Düzenlenmiştir.)

OKUMA PARÇASI

DOĞAYA BORÇLUYUZ

Doğanın 2017 yılı için bize sunduğu kaynakları 2 Ağustos itibarıyla tükendi. Yılın geri kalanı bir sonraki yıldan ödünç alarak geçirilecek. Küresel Ayak İzi Ağı'na göre "Dünya Limit Aşım Günü", insanlığın doğa üzerindeki yıllık talebinin, dünyanın bir yılda sağlayabileceği kapasiteyi aştığı gün olarak tanımlanıyor. 1997 yılında Eylül ayına denk gelen limit aşımı günü, 2017 yılında şimdiye kadarki en erken tarihini gördü: 2 Ağustos.

Tüketilen kaynakları üretmek ve oluşan atığı bertaraf etmek için gereken toprak ve su alanını belirten ekolojik ayak izi büyüdükçe limit daha erken aşılıyor. İnsan nüfusu, kaynak talebi ve ekonomiler büyürken dünyanın büyüklüğü ve kaynak miktarı değişmiyor.

Limit aşımı, yıllık faizle geçinmek yerine bankadaki ana parayı harcamak veya kredi kartı borcunu ödeyememe durumlarına benzetilebilir. 2 Ağustos 2017 itibarıyla tüm insanlığın talebini karşılayacak tahmini doğal kaynak ihtiyacı için 1,7 dünya gerekiyor. Özellikle gelişmiş ülkeler sanki birden çok dünya varmış gibi yaşıyor.

Türkiye 1,5 Dünya varmış gibi yaşıyordu, şimdi 1,9 dünya varmış gibi yaşıyor. Ekolojik sınırların aşıldığı her yıl ekosistemlerin tamamen çökme ihtimalini daha öne çekiyoruz. İnsanlar, canlıların fotosentezde kullanabileceğinden daha fazla karbondioksit üretiyor. Balık kaynakları daha kendilerini yenilemeden tüketiliyor, ağaçlar yeniden büyümelerine izin verilmeden kesiliyor. Bu ve benzeri nedenlerle dünya talebimize kaynak yetiştiremiyor.

Dünya Limit Aşım Günü, iklim değişikliğini durdurmak, ormanları, denizleri, tatlı su kaynaklarımızı ve canlı yaşamını korumak için bireysel, millî ve küresel düzeyde ne kadar çabuk harekete geçmemiz gerektiğini hatırlatan bir çalar saattir. Bu gidişat durdurulabilir. Limit aşımını her yıl sadece 4,5 gün ileriye atmayı başarılabilirse 2050'de tek bir gezegenin sağladığı kaynaklar yeterli olabilecek. Örneğin dünyadaki gıda israfı yüzde 50 azaltılabilirse Limit Aşım Günü 11 gün ileriye atılabilir. Küresel karbon ayak izi yüzde 50 azaltılabilirse Limit Aşım tarihini 89 gün ileriye atabiliriz.

WWF Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı Web Sitesinden alıntıdır.

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

1. Aşağıda numaralar ile verilen ifadeleri, harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz, eşleşmeyen kavramı belirleyerek tanımını yapınız.

a) Sürdürülebilirlik
b) Biyolojik çeşitlilik
c) Biyokaçakçılık
ç) Doğal kaynaklar
d) Endemik tür
e) Gen bankası

1. Sadece belirli bir coğrafi alanda yetişebilen ve başka coğrafi alanlarda bulunamayan tür
2. Doğadaki yabani canlıların ve onlara ait parçaların yetkili makamların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkarılması
3. Doğa tarafından insanın kullanımına sunulan yer altında ve üstünde bulunan yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar
4. Canlıya ait hücre, doku ya da organların çok uzun yıllar boyunca uygun koşullarda saklanmasını sağlayan ortamlar
5. Ekosistemdeki tüm canlı çeşitliliği

Eşleşmeyen kavram: ....

Tanım: ....
....

2. a) Bir bölgedeki biyokaçakçılık olaylarının artmasına bağlı olarak biyolojik çeşitlilik zamanla nasıl değişir?

....
....
....

b) Bu değişimi grafik üzerinde gösteriniz.

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

3. Bir canlı türünün Uluslararası Dünya Koruma Birliği tarafından yayımlanan kırmızı listeye girmesinin nedenleri nedir?

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

4. Bir yaşam alanındaki biyolojik çeşitliliğe yol açan faktörler nelerdir?

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

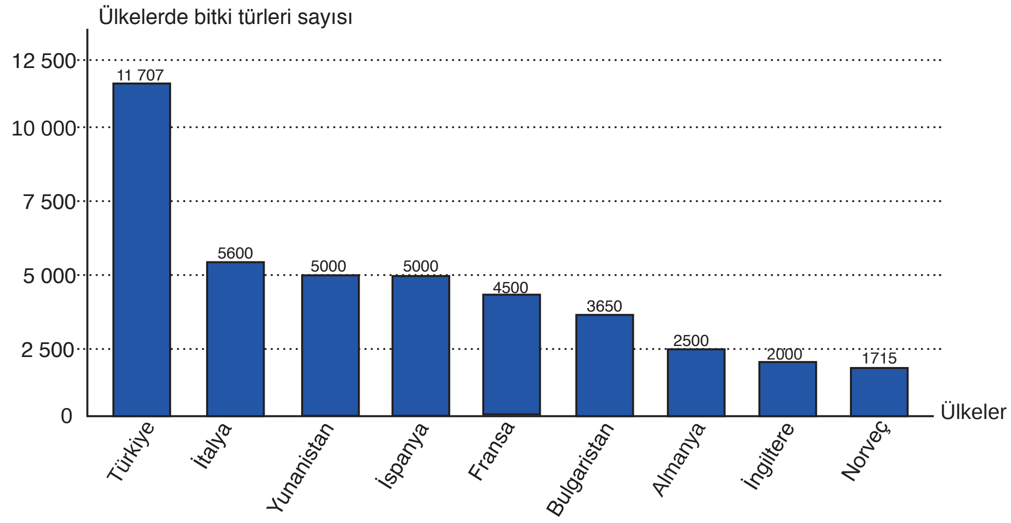
5. Doğal kaynakların sürdürülebilirliği ile eğitim seviyesi arasındaki ilişkiyi kısaca açıklayınız.

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

6. Grafiği inceleleyerek a ve b sorularını cevaplayınız.



a) Bitki türleri en fazla ve en az olan ülkeleri belirleyiniz. Farklılığın nedenlerini yazınız.

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

b) Bitki tür çeşitliliği sayısı birbirine en yakın olan ülkeleri belirleyiniz. Nedenlerini yazınız.

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………

BÖLÜM DEĞERLENDİRME SORULARI

7. Biyokaçakçılık

I. Genetik çeşitlilik kaybı
II. Biyolojik çeşitlilik kaybı
III. Sürdürülebilirliğin olumsuz etkilenmesi

olaylarından hangilerine neden olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

8. Endemik türler ile ilgili

I. Sadece sınırlı bir coğrafi alanda yaşayabilir.
II. Sayılarının fazla olması biyolojik çeşitliliği artırır.
III. Doğal yaşama zarar vermek endemik tür sayısını etkilemez.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

9. Aşağıdaki ifadelerden hangileri

I. Biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliğini sağlamak
II. Soyu tükenme tehlikesi altında olan türleri korumak
III. Soyu tükenmiş canlıları tespit etmek

gen bankalarının kurulma amaçlarından biri değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

10. Aşağıdaki

I. Birey sayısında azalma
II. Tür kaybı
III. Ekosistemin zenginleşmesi
IV. Ekosistemin diğer bileşenlerinin olumsuz etkilenmesi

ifadelerinden hangileri biyokaçakçılığın etkilerinden değildir?

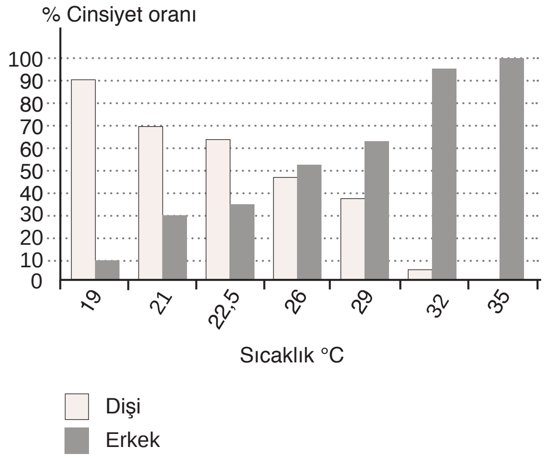
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

B. Aşağıda açık uçlu soruların cevabını ilgili alana yazınız.

1. ve 2. soruları metni okuyarak grafiğe göre cevaplandırınız.

“Lepistes balığı (*P. reticulata* - P. redikulata) yavrularına uygulanan farklı su sıcaklıklarının, cinsiyet oranını değiştirdiği tespit edilmiştir. Yapılan bilimsel çalışmalarda kontrol grubu canlıları 26 °C, deney grupları ise farklı sıcaklık değerlerinde yetiştirilmiştir.”
(Yapılan bilimsel çalışmanın sonucundaki oranlar grafikte gösterilmiştir.)



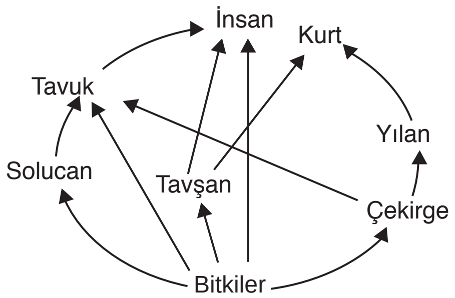
1. İki yıl boyunca akvaryum suyu sıcaklığının 33-35 °C aralığında olması popülasyonun cinsiyet dağılımını nasıl etkiler?

....
....
....
....
....
....
....
....
....

2. Bu türün doğal bir popülasyonunun, küresel ısınma sürecine girmeden önce 29-30 °C aralığında yaşadığı kabul edilmiştir. Buna göre küresel ısınma sürecinde her 100 yılda ortalama sıcaklık değerlerinin 1 °C arttığı kabul edilirse popülasyonun 300 yıl sonraki cinsiyet dağılımının nasıl olacağını yorumlayınız.

....
....
....
....
....
....

Besin ağını inceleyiniz ve buna göre 3-6. soruları cevaplandırınız.



3. Hangi canlılar II. dereceden tüketicidir?

....
....

4. Hangi canlılar hem etçil hem otçuldur?

....
....

5. Besin ağındaki canlılardan uygun olanlarını kullanarak besin piramidi oluşturunuz.

....
....

6. Biyolojik birikimden en çok hangi canlılar etkilenir?

....
....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

7- 9. soruları metne göre cevaplayınız.

"*Peocilia melanogaster* (Peocilya melanogaster) adlı balık türüne uygulanan farklı su pH değerlerinin, cinsiyet oranını değiştirdiği tespit edilmiştir. Yapılan bilimsel çalışmalarda popülasyonun yaşadığı suyun pH değeri 5,0 - 6,2 aralığındaysa %80-100 oranında erkek birey; pH değeri 7 - 7,8 aralığındaysa %80 - 100 oranında dişi birey oluştuğu tespit edilmiştir."
Asit yağmurlarının popülasyonun yaşadığı bölgedeki suya, iki yıl boyunca varsayılan etkisi tabloda verilmiştir. Tabloda verilen değerleri dikkate alarak soruları cevaplayınız.

	Yaşam Suyunun pH Aralığı
1. Yıl	5,5 - 6,1
2. Yıl	5,1 - 5,9

7. Asit yağmurları P. melanogaster popülasyonunu nasıl etkiler?

....

....

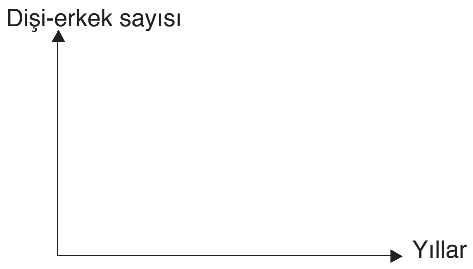
....

....

....

8. Başlangıçta popülasyonda 50 dişi ve 50 erkek birey olduğunu varsayarak yıllara göre cinsiyet dağılımını gösteren sütun grafiğini çiziniz.

(Birey artış oranları erkeklerde %80, dişilerde %20 olarak alınacaktır.)



9. 1. ve 2. yıllarda suyun pH değeri 7,3 - 7,7 aralığında olsaydı popülasyonun cinsiyet dağılımı bu durumdan nasıl etkilenirdi?
(Başlangıç birey sayısı 50 erkek, 50 dişi olarak alınacaktır.)

....

....

....

....

....

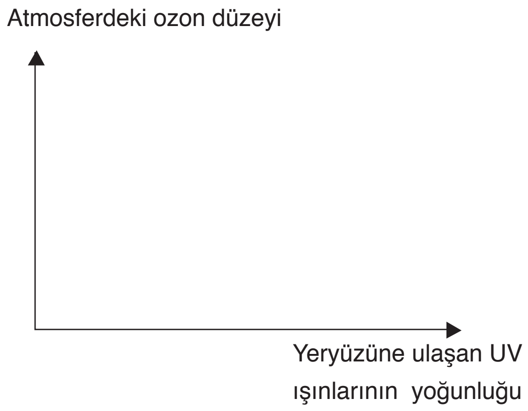
....

....

10-12. soruları metne göre cevaplayınız.

"Ozon tabakası güneşten gelen zararlı UV ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını önleyerek canlıları zararlı etkilerden korur. Soğutmada kullanılan CFC' ler atmosferdeki ozon gazının azalmasına yol açarak ozon tabakasının incelmesine neden olur. İncelmeye bağlı olarak bu tabakada delikler meydana gelir. Ozon deliklerinin bulunduğu alanlarda UV'nin etkisinin arttığı ve mutasyona yol açabileceği bilim insanları tarafından gözlenmiştir."

10. Atmosferdeki ozon düzeyi ile yeryüzüne ulaşan UV ışınlarının yoğunluğundaki değişimi grafik üzerinde gösteriniz.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

11. Ozon deliklerinin oluştuğu alanlarda kanser vakalarının artacağı bilim insanları tarafından öngörülmektedir. Bu durumu nasıl açıklarsınız?

....

....

....

....

12. Atmosferdeki ozon düzeyinin azalmasının ekosisteme etkileri neler olabilir? Örnek vererek açıklayınız.

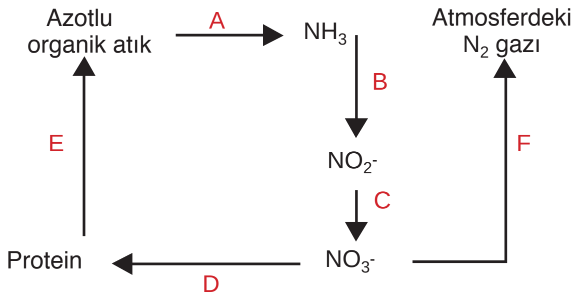
....

....

....

....

Aşağıdaki görseli inceleyiniz. 13-17. soruları görsele göre cevaplayınız.



Görselde azot döngüsü özetlenmiştir. Buna göre A, B, C, D, E, F basamakları ile ilgili olarak

13. Prokaryot canlıların görev aldığı basamaklar hangileridir?

....

14. Ökaryot canlıların görev aldığı basamaklar hangileridir?

....

15. Ayrıştırıcı canlılar görseldeki basamaklardan hangilerini gerçekleştirebilir?

....

16. Hangi basamaklarda denitrifikasyon olayı gerçekleşir?

....

17. Hangi basamaklarda nitrifikasyon olayı gerçekleşir?

....

B. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

18. Doğal kaynakların ekosistem dengelerine uygun şekilde kullanılarak çeşitlilik ve üretkenliklerinin sürekliliğinin sağlanmasına sürdürülebilirlik denir.

Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Ekosistemlerin sürdürülebilirliği için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı zorunludur.

B) Nüfusun hızla artması sürdürülebilirliği olumlu etkiler.

C) İnsan tarafından habitatların yok edilmesi ekosistemde doğal yaşam alanlarının sürdürülebilirliği için tehlikeler yaratır.

D) Tarımsal faaliyetlerde gübrelerin kontrollü kullanılması biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliğine bir tehdit oluşturmaz.

E) Erozyon, doğal tarım alanlarının ve toprak verimliliğinin yok olmasına yol açarak tarımsal sürdürülebilirlikte bozulmalara neden olur.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

19. Besin piramidinde üreticilerin biyokütlesinin diğer trofik düzeydeki canlılara göre genellikle yüksek olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A) Ürettikleri enerji miktarının çoğunu diğer basamaklara aktarmaları

B) Üreticilerin birey sayısının tüketicilere göre fazla olması

C) Biyolojik faaliyetleri için kendi ürettikleri organik maddeyi kullanmaları

D) Biyolojik birikimin en yüksek olduğu trofik düzeyde olmaları

E) Besin piramidinde yer alan diğer canlıların besin ihtiyacını karşılamaları

20. Aşağıdaki

I. Karbon döngüsü

II. Azot döngüsü

III. Su döngüsü

IV. Oksijen döngüsü

madde döngülerinden hangileri ekosistemin canlı faktörleri olmadan da gerçekleşebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

21. Azot döngüsünde gerçekleşen

I. Nitrifikasyon

II. Denitrifikasyon

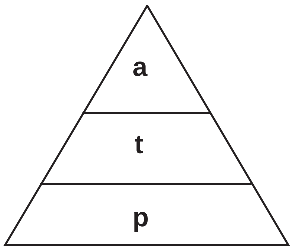
III. Çürüme

olaylarından hangileri topraktaki azot miktarını artırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

22. Aşağıdaki üç canlının oluşturduğu besin piramidi ile ilgili olarak verilen



I. a canlısının sayısı artarsa t ve p canlılarının sayısı azalır.

II. t canlısının sayısı artarsa a canlısının sayısı azalır, p canlısının sayısı artar.

III. p canlısının sayısı artarsa a ve t canlılarının sayısı artar.

verilerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

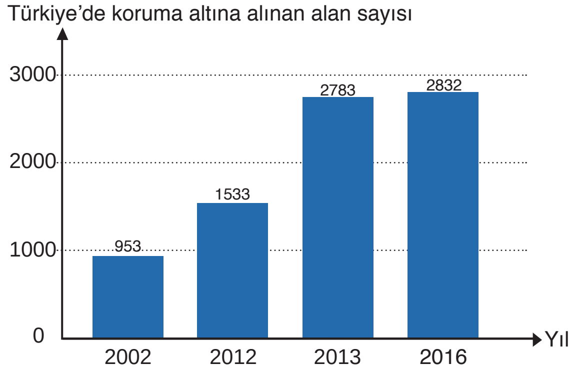
23. Tarım ilaçlarının kullanılması

I. Hava kirliliği
II. Su kirliliği
III. Biyolojik birikim

durumlarından hangilerine yol açar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

24. Aşağıdaki grafikte 2002-2016 yılları arasında Türkiye'de koruma altına alınan alan sayısı verilmiştir.



Grafikteki verilere göre

I. Koruma altına alınan alan sayısı giderek artmıştır.
II. Koruma altına alınan alan yüzölçümü 2016 yılında en fazla değere ulaşmıştır.
III. Koruma altına alınan alanların artması duyarlılığın bir göstergesidir.

ifadelerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

25. Aşağıda verilen

I. Anadolu parsı
II. Anadolu yaban koyunu
III. Yılanboyun kuşu
IV. Asya fili

canlılardan hangilerinin Türkiye'de soyu tükenmiştir?

A) Yalnız I B) I ve II C) II, III ve IV
D) II ve III E) I, III ve IV

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları geri dönerek tekrarlayınız.

CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE: HÜCRE BÖLÜNMELERİ

1. BÖLÜM: MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

ALIŞTIRMALAR..27

1. **a)** Metafaz, **b)** Anafaz, **c)** Profaz sonu
d) Profaz başı, **e)** Sitokinez, **f)** Telofaz
2. a
3. b
4. e
5. d, c, a, b, f, e

ALIŞTIRMALAR..28

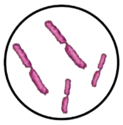
1. Hayvan hücresinde (A). Mikrofilamentler hücre zarının dıştan içe doğru boğumlanmasını sağlar.
2. Bitki hücresinde (B). Golgiden oluşan kesecikler, merkezden kenarlara doğru bütünleşerek orta lamel oluşturur.
3. A
4. B

ALIŞTIRMA..29

a = 2n   b = 4   c = 8
d = 2n   e = n

BÖLÜM DEĞERLENDİRME.....................46

1. Eşleşmeyen kavram: Karyotip
Kromozomların büyüklük ve biçimine göre çiftler hâlinde görüntülenmesi yöntemine **karyotip** denir.
2. **1.** f, g   **2.** b, ç, i   **3.** a, c   **4.** ı   **5.** d, ğ, h
6. e, f   **7.** f, h   **8.** g
9. Bitki hücrelerinde: c, a, d, ğ, ç, ı, e, g
Hayvan hücrelerinde : c, a, h, d, ğ, ç, ı, e, f
3. **1.** ç   **2.** c   **3.** b   **4.** a
5.



4. Çıkış: 1
5. Hücrenin büyüklüğü, DNA eşlenmesi ve iğ ipliklerinin kromozomlara bağlanıp bağlanmadığı.
6. Planaryada üreme biçimidir. Çünkü vücudun kopan her parçasından yeni birey oluşur. Denizyıldızındaki rejenerasyon organ düzeyindedir.
7. Bakteri ikiye bölünerek, amip ikiye bölünerek (mitoz tabanlı), çekirdeksiz üzüm vejetatif, erkek arı partenogenezle oluşur.
8. **1**. Temeli mitoza dayanır. **2.** Tek ata vardır.
3. Tomurcuklanma. **4.** Rizom. **5.** Soğanla üreme.

9. Hacim yüzey oranı t_1 anında 1, t_2 anında 2, t_3 anında da 4 olur. Bu durumda hacmin yüzeye göre artışı fazladır. Bu nedenle hücre zarı, görevlerini yeterince yapamadığından bölünür.
10. B
11. D
12. D
13. B

2. BÖLÜM: MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

BÖLÜM DEĞERLENDİRME...................... 69

1. Çıkış: 4
2. A) **1.** a, ğ   **2.** b, d, i   **3.** f   **4.** g
5. h, c   **6.** ç, e, ı
B) ğ, a, e, ı, b, d, i, f, h, ç, e, ı, g, h, c
3. 5 kinetokor. İğ ipliklerinin kromozomlara bağlandığı protein yapılı kısım.
4. **1.** 2n = 8   **2.** n = 4   **3.** n = 2
4. n = 2   **5.** 2n = 4   **6.** 2n = 4
5. Uyum yeteneğini eşeyli üreme ile artırabilir. Bunun sebebi eşeyli üremede kalıtsal çeşitliliğin olmasıdır.
6. Mayozda homolog kromozomların rastgele kutuplara çekilmesi farklı genotipe sahip gametlerin oluşmasına neden olur. Farklı özelliklere sahip bireyler oluşur. Kalıtsal çeşitlilik oluşur.
7. Döllenme, kromozomların gametlere rastgele taşınmaları ve krossing overin olmasıdır.
8. Çeşitliliğe neden olmayan olaylar **I** ve **II**'dir. Tomurcuklanma eşeysiz üreme çeşidi, çelikle üreme vejetatif üreme çeşididir.
9. Gamet, krossing over, döllenme, erselik canlı, yumurta, sperm, zigot, genetik çeşitlilik.
10. **I.** 1 kez, **II.** 3 kez, **III.** 3 kez
11. E
12. D

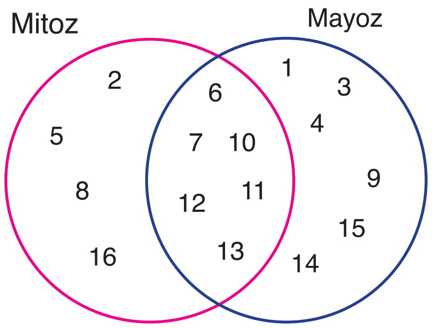
1. ÜNİTE

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME................72

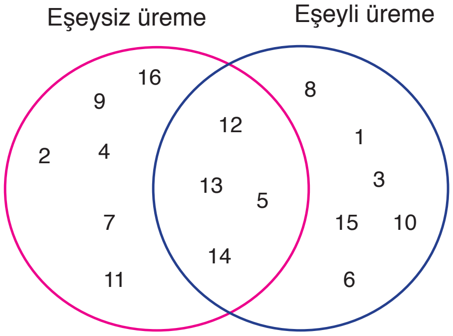
1. **I.** c
II. d
III. a, b, ç
2. Anafaz I

CEVAP ANAHTARI

3.



4.



5. A) **1.** b, h **2.** d, g, k, l **3.** a, i **4.** ç, f
5. g **6.** l **7.** c, e, ğ, j **8.** b, h

B) i

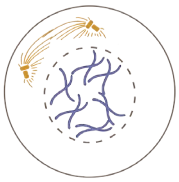
C) a, b, c, ç, e, f, ğ, h, ı, i, j

6. Sitokinez, metafaz, anafaz

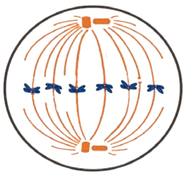
7. III, Çünkü soruda verilen canlının üreme sürecinde mayoz gözlenmez.

8.

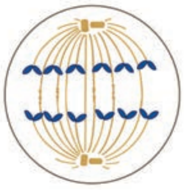
a)



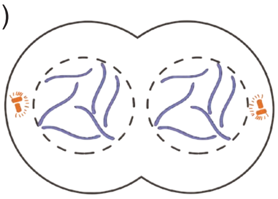
b)



c)



d)



9. Mayoza aittir. Çünkü homolog kromozomlar birbirinden ayrılmıştır.

10. Anafaz I'e aittir. Çünkü kardeş kromatit çiftleri hâlindeki homolog kromozomlar birbirlerinden ayrılmıştır.

11. Üreme hücreleri oluşur.
Kromozom sayısı n=2'dir.

12. Sadece partenogenezle çoğalan kamçı kuyruklu kertenkele gibi türlerde tür içi çeşitliliğin görülmesi, partenogenez öncesinde, yumurtanın mayoz ile oluşumuyla açıklanabilir.

13. **a)** Yanlış. Eşeysiz üreme çeşidi olan sürünücü gövde ile çoğalır ve değişen çevre şartlarına uyumu artırmaz.

b) Yanlış. Eşeysiz çoğalma olduğundan genetik çeşitlilik olmaz.

c) Doğru. Sürünücü gövde ile üremede mitozla hücre sayısı artarak yeni dokular oluşur.

14. **a)** 38, **b)** 38, **c)** 38, **d)** 19

15. C

16. C

17. E

18. B

19. A

20. A

21. D

22. B

23. B

2. ÜNİTE: KALITIMIN GENEL İLKELERİ

1. BÖLÜM: KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

ALIŞTIRMALAR..90

1. *ABE*
abE
AbE
Abe

2.

AABb	*AaBB*	*Aabb*	*aaBb*
AB	*AB*	*Ab*	*aB*
Ab	*aB*	*ab*	*ab*

3. a) *ABEF*
b) *AAbbeeff* , *Aabbeeff*

4.

AaBbEE	*aaBbEe*
ABE	*aBE*
AbE	*abE*
aBE	*aBe*
abE	*abe*

5. *AaBbDdEeFf x AaBbDdEeFf*

6. *ABDe*
AbDe
aBde
abde

CEVAP ANAHTARI

ALIŞTIRMALAR...99

1. a) *AA* x *aa*, *Aa* x *aa*
b) P: *AA* x *aa*   *Aa* x *aa*
G: 1 *A* 1 *a*   ½ *A* ½ *a* 1 *a*
F_1: 1*Aa*   ½ Aa ½ *aa*

2. Bu bir kontrol çaprazlamasıdır. Baskın ve çekinik fenotipli bireyler oluştuğundan genotipi bilinmeyen erkek tavşan heterozigot genotipe sahiptir.

3. Baskın fenotipli bireylerin genotipi çekinik fenotipli bireylerle çaprazlanarak belirlenir. O nedenle *aabbccee* genotipli bireyle çaprazlanmalıdır.

4. *KKMMPP , KkMmPp ,KkMmPP, KKMMPp ve KkMMPp*

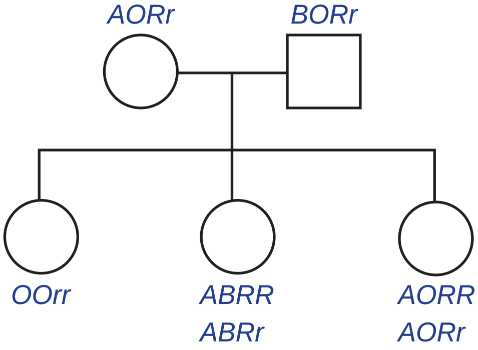
ALIŞTIRMALAR..108

1. P: *AB* x *BO*
G: ½ *A* ½ *B*   ½ *B* ½ *O*
F_1: ¼ *AB* ¼ *AO* ¼ *BB* ¼ *BO*
A kan gruplu ve kız çocuğu
¼ x ½ = ¹/₈

2. P: *OO* X *AB*   *Rr* x *Rr*
G: 1*O* ½ *A* ½ *B*   ½ *R* ½ *r* ½ *R* ½ *r*
F_1: ½ *AO* ½ *BO*   ¼ *RR* ¼ *Rr* ¼ *Rr* ¼ *rr*
Fenotip çeşidi: 2 x Fenotip çeşidi: 2 = 4
Genotip çeşidi: 2 x Genotip çeşidi: 3 = 6

3. a) Anne: *AORr*
Baba: *BORr*

b)



c) ¼ (*BO*) x ²/₄ (*Rr*) x ½ (erkek) = ²/₃₂

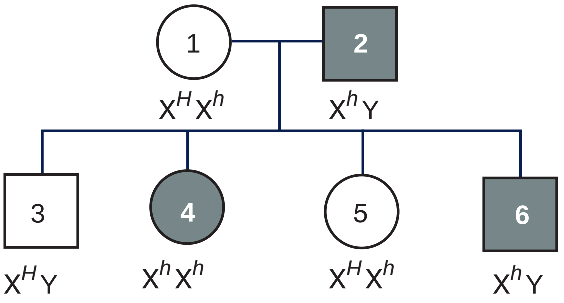
ç) Rh^- (*rr* genotipli) kız çocuğunda kan uyuşmazlığı görülme olasılığı vardır.
Bu kız çocuğunun Rh^+ bebeği olması durumunda Rh faktörüne bağlı kan uyuşmazlığı olma olasılığı vardır.

ALIŞTIRMA...125

1. a) 1. *Aa*, 2. *aa*, 3. *Aa*, 4. *aa*
b) 1. X^AX^a, 2. X^aY, 3. X^AY, 4. X^aX^a
c) 1. *aa*, 2. *Aa*, 3. *aa*, 4. *Aa*
ç) 1. X^aX^a, 2. X^AY, 3. X^aY, 4. X^AX^a
d) Bu özellikle ilgili gen *Y*'ye bağlı ise sadece erkek çocuklarda görülmesi gerekir. Soyağacında ise bu özellik kız çocuklarda görülüyor. Bu nedenle genotipleri yazılamaz.

ALIŞTIRMALAR...126

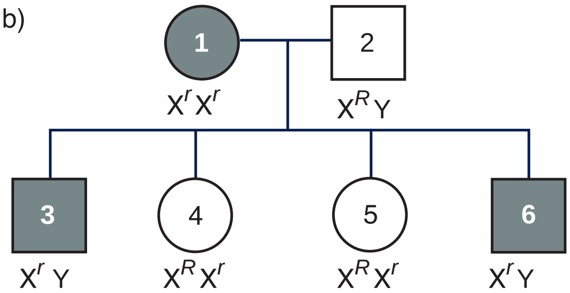
1.



a) 1 ve 5 numaralı bireyler taşıyıcıdır.
b) 4 ve 5 numaralı dişi bireylere aktarılır. Diğerleri erkek bireydir. Erkek bireyler babalarından yalnız Y kromozomunu alır.
c) Erkek çocuklar X kromozomlarını annelerinden alır. Anne taşıyıcı olduğundan genotipinde hemofili geni ve sağlıklı gen bulunur.

2. a) Anne X^rX^r,
Baba X^RY genotiplidir.

b)



2. ÜNİTE

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.................130

1. a-7, b-4, c- 5, ç- 1, d- 6, e- 2.
Eşleşmeyen kavram: Eş baskın.
Aleller birbirine baskınlık kuramadığında heterozigot bireylerin fenotipinde iki alelin etkisi birlikte görülür. Buna eş baskınlık denir.

2. **a)** 1 **b)** 3 **c)** 2, 3, 4, 5 **ç)** 3, 4, 5
d) 3, 4, 5, 6 **e)** 2, 6 **f)** 1

3. Tam baskınlık: a
Eş baskınlık: c
Kontrol çaprazlaması: b

4. P: BORr x ABRr
G: BR , Br , OR , Or x AR , Ar , BR , Br
¼ , ¼ , ¼ , ¼ x ¼ , ¼ , ¼ , ¼
F_1'de B_R_ çocuk olma olasılığı $^{2}/_{4}$ x ¾ = $^{6}/_{16}$

♂ ♀	*BR*	*Br*	*OR*	*Or*
AR	*ABRR*	*ABRr*	*AORR*	*AORr*
Ar	*ABRr*	*ABrr*	*AORr*	*AOrr*
BR	*BBRR*	*BBRr*	*BORR*	*BORr*
Br	*BBRr*	*BBrr*	*BORr*	*BOrr*

5. *AdE* , *Ade* , *aDe* , *aDE*

6. *aaBbCcDd* , ¼ x ½ x ½ x ½ = $^{1}/_{32}$

7. *BORR* genotipli kız çocuk, ¼ x ¼ x ½ = $^{1}/_{32}$

8. *AORr* genotipli kız çocuk, ¼ x $^{2}/_{4}$ x ½ = $^{2}/_{32}$

9. *aaDdKk* X *AaDDkk*
a) 2 x 1 x 2 = 4 **b)** 2 x 2 x 2 = 8 **c)** ½ x 1 x ½ = ¼

10. Y'de taşınan özelliğin babada görülmeyip erkek çocuk ve erkek torunda görülme nedeni mutasyonla açıklanabilir.

11. **a)** Modifikasyon, **b)** Varyasyon
Çiçek rengi sıcaklığa bağlı değişir. Kürk rengi için 4 çeşit alel etkisiyle 5 çeşit fenotip oluşur.

12. Baskın fenotipli bireylerin genotipini belirlemek için yapılır. Bitki ve hayvan yetiştiriciliğinde üstün özelliklere sahip, kaliteli, bol, dayanıklı ürünler elde etmek, ekonomik yararlar sağlamak için yapılır.

13. Erkek çocuklar babalarından yalnız Y kromozomunu alırlar.

14. Erkeklerde tek X, dişilerde iki X kromozomu bulunur. Özelliğin dişide ortaya çıkması için homozigot genotipli olması gerekir. Erkeklerde ise tek X kromozomunda bulunması yeterlidir.

15. Her sıtma hastalığı salgınında Akdeniz anemisi hastalarının popülasyon içindeki oranları artacaktır.

16. Coğrafi yapısından dolayı sıtma hastalığı salgınları geçmişte Akdeniz Bölgesi'nde daha sık görülmüştür. Her sıtma hastalığı salgınında, normal bireyler hastalığa yakalanarak ölmüştür. Bu durum Akdeniz anemisi hastası oranını artırır.

17. III. Hem çevrenin hem genlerin etkisi ile meydana gelmiştir. Soruda örnek olarak verilen tavşanlarda hem siyah hem de beyaz tüy üretim genleri bulunur. Çevre hangi özelliğin ortaya çıkacağına belirleyici etki yapar.

18. Modifikasyon olarak tanımlanır. Ortanca bitkilerinin farklı pH değerlerinde farklı renklerde çiçekler açması modifikasyona örnek olarak verilebilir.

19. **a)** ½, **b)** 1, **c)** ¾, **ç)** 1

20. A

21. D

22. B

3. ÜNİTE: EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

1. BÖLÜM: EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

ALIŞTIRMA..141

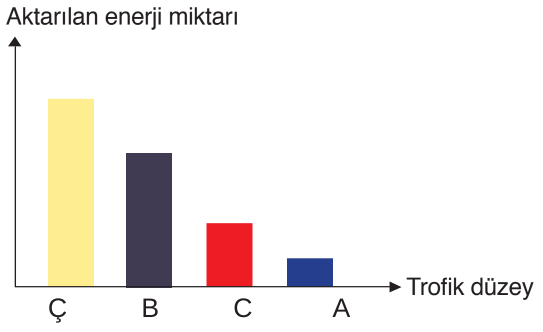
Biyosfer: Dünya
Biyom: Çöl biyomu
Ekosistem: Van Gölü
Komünite: Van Gölü'ndeki canlılar
Popülasyon: Salda Gölü'ndeki yılan balıkları
Organizma: İstanbul nazendesi

BÖLÜM DEĞERLENDİRME....................... 163

1. a - 4, b - 3, c - 1, d -2, eşleşmeyen: ç
Biyokütle: Beslenme basamaklarındaki canlıların toplam organik madde miktarı (biyomas).

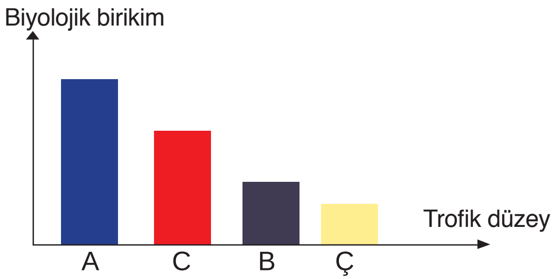
2. a - 4, b - 3, c - 1, d - 2, eşleşmeyen: ç
Biyosfer: Yeryüzündeki canlılar ile bu canlıların yaşadıkları alanların toplamı

3.



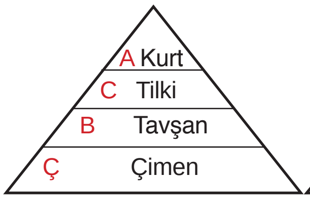
Aktarılan enerji miktarı ve trofik düzey ilişkisi

4.

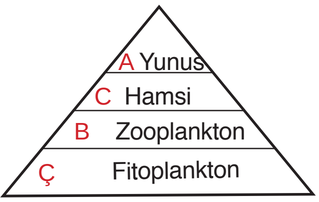


Biyolojik birikim ve trofik düzey ilişkisi

5.



Karasal ekosisteme ait besin piramidi



Sucul ekosisteme ait besin piramidi

6. Buğday artar, serçe ve atmaca azalır.
7. Buğday ve atmaca artar, çekirge azalır.
8. Serçe ve buğday azalır, çekirge artar.
9. **A)** d, f, ğ, m **B)** g, h, k, l **C)** e, j **Ç)** a, b
D) c, a, b **E)** ç, ı, i **F)** m

10. A
11. E
12. A
13. A

2. BÖLÜM: GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

ALIŞTIRMALAR...184

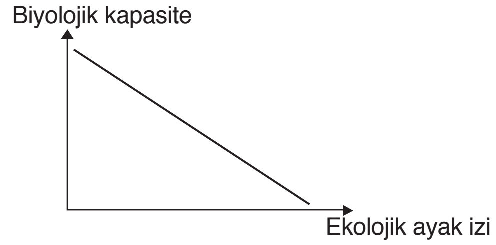
Orman yangını: c, ç, d, e, f, g, ğ, h, ı, i
Aşırı ve plansız kentleşme: a, ç, e, g, ğ, h, i, j, k, l, m
Yeni tarım arazisi ihtiyacı: c, ç, i
Endüstrileşme: a, b, ç, e, f, g, ğ, h, ı, i, j, k, m
Taşıt kullanımının artması: a, e, f, g, ğ, l, m
Ormanların kesilip yok edilmesi: c, ç, d, e, f, g, h, ı, i, j
Hızlı nüfus artışı: a, b, c, ç, d, e, f, g, ğ, h, ı, i, j, k, l, m
Atıkların ayrıştırılmaması, kirleticilerden arındırılmaması: b, e, g, ğ, ı, i, k, m

2. BÖLÜM DEĞERLENDİRME.................. 190

1. a- 3 , b - 4, c - 1, ç - 2, e - 5, eşleşmeyen: d
Kavram: Radyoaktif kirlilik
Radyoaktif maddelerin canlıların yapısında ve çevrede belirli değerlerin üzerine çıkması.

2. A) Artan ekolojik ayak izine bağlı olarak biyolojik kapasite yetersiz kalır ve doğal kaynakların kullanımı artar. Ekolojik denge bozulur.

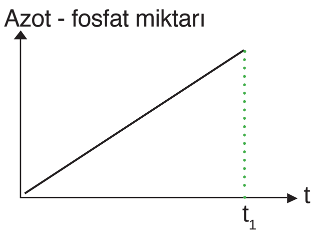
B)

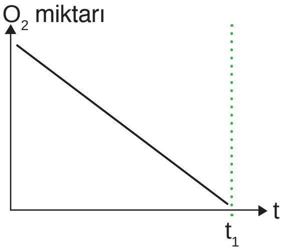


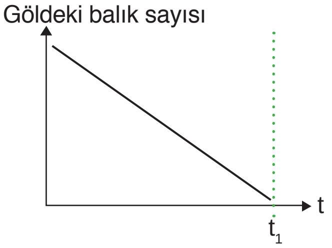
3. Atmosferde CO_2 artışına bağlı olarak hava kirliliğini artırır.Ayrıca küresel ısınmaya yol açarak küresel iklim değişikliğinin oluşumunda etkili olur.

4. Suyu adil kullanmak, su kaynaklarını korumak, su kirliliğini önlemek, suyu israf etmemek, bu konuda insanların bilinçlenmesine katkıda bulunmak.

5.







6. C
7. E
8. D
9. D
10. B

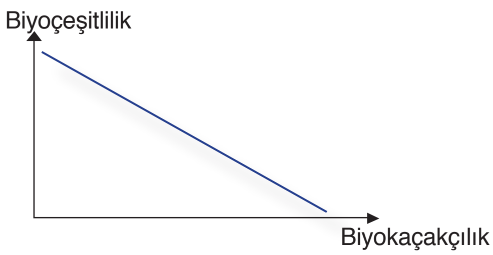
3. BÖLÜM: DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

3. BÖLÜM DEĞERLENDİRME.................. 210

1. b - 5, c - 2, ç - 3, d - 1, e - 4, eşleşmeyen: a
Kavram: Sürdürülebilirlik
Doğal kaynakların ekosistem dengelerine uygun kullanılarak çeşitlilik ve üretkenliklerinin sürekliliğinin sağlanması.

2. **a)** Biyokaçakçılık artarsa biyoçeşitlilik olumsuz etkilenerek azalır.

b)



3. Nesli tükenme tehlikesi altında olmasıdır.

4. Tür çeşitliliği, genetik çeşitlilik, ekosistem çeşitliliği.

5. Eğitim seviyesi yükseldikçe çevreye duyarlılık artar. Doğal kaynakların sürdürülebilirliğine önem verilir. Bu da doğal kaynakların verimli kullanılmasını olumlu etkiler. Biyolojik kapasite artar.

6. **A)** Türkiye - Norveç coğrafi şartların uygunluğu, jeolojik yapısının farklılığı, çeşitli iklim kuşaklarına ve ekolojik zenginliklere sahip olması

B) İtalya-Yunanistan-İspanya-Fransa bitki tür çeşitliliği birbirine yakın olan ülkelerdir. Coğrafi ve jeolojik yapılarının benzerliği.

7. E

8. B

9. C

10. C

3. ÜNİTE
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.................. 213

1. Verilen sıcaklık aralığında iki yıl boyunca sadece erkek bireyler oluşur ve popülasyonda cinsiyet dengesi bozulur.

2. Türün yaşadığı ortamdaki tahmin edilen ortalama sıcaklık değişimleri

1. yüzyıl sonunda 30-31 °C
2. yüzyıl sonunda 31-32 °C
3. yüzyıl sonunda 32-33 °C

olabilir. Başlangıçtaki birey oranı %38 dişi, %62 erkek birey ise, 3. yüzyıl sonunda sadece erkek bireyler oluşur. Bu durumda türün nesli devam edemez.

3. Tavuk, insan, yılan, kurt

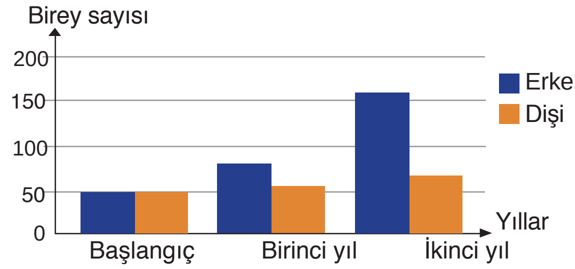
4. Tavuk, insan

5. Bitkiler --> Çekirge --> Tavuk --> İnsan

6. İnsan, kurt

7. Asit yağmurları arttıkça, *P. melanogaster* türünde erkek bireylerin oranı artar ve popülasyonun cinsiyet dengesi bozulur. Bu da tür içi rekabeti artırır ve tür diğer çevresel etkenlere karşı da daha hassas olur.

8. 1. yıl: erkek 90, dişi 60, 2. yıl: erkek 162, dişi 72



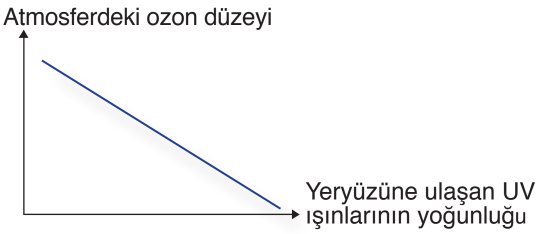
pH değerlerine bağlı cinsiyet oranları değişim grafiği

9. Başlangıçtaki birey sayıları 8. sorudaki gibi kabul edilirse;

1. yıl sonunda 90-100 dişi, 50-60 erkek
2. yıl sonunda 162-200 dişi, 50-72 erkek

bireyler oluşur ve popülasyonun cinsiyet dengesi bozulur. Bu da tür içi rekabeti artırır ve tür diğer çevresel etkenlere karşı da daha hassas olur.

10.



11. Bu alanlarda uv ışınlarının yoğunluğu fazla olduğu için insanlar bu durumdan etkilenir. Özellikle cilt kanserleri artabilir.

12. Zararlı ışınların yeryüzüne ulaşmaları nedeniyle olumsuz etkiler ortaya çıkar. Zararlı ışınların yeryüzüne ulaşmasının olumsuz etkilerine küresel ısınma, küresel iklim değişikliği, mutasyonlara yol açma, hassas ekosistemlerde ekolojik dengenin bozulması örnek olarak verilebilir.

13. A, B, C, D, E, F

14. A, D, E

15. A, D, E

16. F

17. B, C

18. B

19. C

20. C

21. D

22. C

23. E

24. E

25. E

AKRAN DEĞERLENDİRME FORMU

Grubun Adı :

Gruptaki Öğrencilerin Adları :

Açıklama : Aşağıdaki tabloda grubunuzu en iyi şekilde ifade eden seçeneği işaretleyiniz.

DEĞERLENDİRİLECEK TUTUM VE DAVRANIŞLAR	DERECELER		
	Her zaman	Bazen	Hiçbir zaman
1. Araştırma planı yaptık.			
2. Görev dağılımı yaptık.			
3. Araştırmada çeşitli kaynaklardan yararlandık.			
4. Etkinlikleri birlikte hazırladık.			
5. Görüşlerimizi rahatlıkla söyledik.			
6. Grupta uyum içinde çalıştık.			
7. Birbirimizin görüşlerini ve önerilerini dinledik.			
8. Grupta birbirimize güvenerek çalıştık.			
9. Grupta birbirimizi takdir ettik.			
10. Çalışmalarımız sırasında birbirimizi cesaretlendirdik.			
11. Sorumluluklarımızı tam anlamıyla yerine getirdik.			
12. Çalışmalarımızı etkin bir biçimde sunduk.			
TOPLAM			

ÖĞRENCİ ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Bu form kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı en doğru yansıtan seçeneğe (x) işareti koyunuz.

Öğrencinin Adı ve Soyadı :
Sınıfı :
Numara :

ÖĞRENCİLERİN DEĞERLENDİRECEĞİ DAVRANIŞLAR	DERECELER		
	Her zaman	Bazen	Hiçbir zaman
1. Başkalarının anlattıklarını ve önerilerini dinledim.			
2. Yönergeyi izledim.			
3. Arkadaşlarımı incitmeden teşvik ettim.			
4. Ödevlerimi tamamladım.			
5. Anlamadığım yerlerde sorular sordum.			
6. Grup arkadaşlarıma çalışmalarında destek oldum.			
7. Çalışmalarım sırasında zamanımı akıllıca kullandım.			
8. Çalışmalarım sırasında değişik materyaller kullandım.			
TOPLAM			

1. Bu etkinlik sırasında grubumdaki arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?

....

....

2. Bu etkinlik sırasında en iyi yaptıklarım:

....

....

....

BİYOLOJİ DERSİ ARAŞTIRMA RAPORU

SINIF	
ÜNİTE	
AMACI VE ÖNEMİ	
ARAŞTIRMA KONUSU	
ARAŞTIRMA EKİBİ	
YARARLANILAN KAYNAKLAR	
YÖNTEM VE TEKNİK	
TARİH	

RAPOR HAZIRLAMA KRİTERLERİ

1. Araştırma sürecini etkili şekilde planlayınız.
2. Konuya ilişkin çeşitli kaynaklardan yararlanınız.
3. Araştırma sürecinde iş birliğine önem veriniz.
4. Dil yazım kurallarına uyunuz.
5. Kaynaklardaki bilgileri doğru şekilde kullanınız.
6. Konuya ilişkin kavram, olgu ve prensipleri doğru ve yerinde kullanınız.
7. Raporunuzu ne şekilde (sözlü anlatım, sunu, yazılı, poster v.b) sunacağınıza karar veriniz.

RAPOR HAZIRLAMADA BULUNMASI GEREKENLER

1. Kapak
2. Giriş
3. Süreç (planlanan çalışmaların plana uygun gidip gitmediği ve nedenleri)
4. Sonuçların analizi
5. Ekler (sunu, poster, resim vb.)

ARAŞTIRMA RAPORU DEĞERLENDİRME FORMU

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI :
GRUP ADI :
ARAŞTIRMA KONUSU :
TARİH :

Sevgili öğrenciler;
Aşağıdaki derecelendirme ölçeği sizin biyoloji ile ilgili bir konuda araştırma yaparken göstermiş olduğunuz performansa ilişkin gözlemlerin öğretmeniniz tarafından kaydedilmesi için hazırlanmıştır. Yapacağınız araştırmada aşağıdaki ölçütleri dikkate alınız.

5. Çok iyi 4. İyi 3. Orta 2. Geçer 1. Yetersiz

ÖLÇÜTLER	5	4	3	2	1
1. Araştırmanın amacı belirtilmiştir.					
2. Araştırmanın konusu belirtilmiştir.					
3. Araştırmanın aşamaları açık olarak yazılmıştır.					
4. Araştırmanın aşamaları sırasıyla gerçekleştirilmiştir.					
5. Araştırmanın her aşaması ayrıntılı olarak açıklanmıştır.					
6. Araştırmada gerçekleştirilen çalışmalar rapor hâlinde düzenlenmiştir.					
7. Araştırmada yararlanılan araç- gereç ve materyaller hakkında bilgi verilmiştir.					
8. Araştırmanın gerçekleştirilmesi sırasında karşılaşılan güçlükler ve bunların nasıl giderildiği hakkında bilgi verilmiştir.					
9. Araştırmanın gerçekleştirilmesinde yardım alınan kişiler hakkında bilgi verilmiştir.					
10. Araştırma raporu zamanında teslim edilmiştir.					
11. Konuya ilişkin kavramlar doğru ve yerinde kullanılmıştır.					
12. Kaynaklardan elde edilen bilgiler doğru yorumlanmıştır.					
13. Öznel yorumlar katılmıştır.					
14. Yapılan yorumlar tarihsel kanıtlarla desteklenmiştir.					
15. Dil kuralları ve yazım kuralları doğru şekilde kullanılmıştır.					
16. Konu ile ilgili poster resim vb. amacına uygun hazırlanmıştır.					

SÖZLÜK

A

abiyotik	Canlılık göstermeyen, cansız.
adaptasyon	1. Canlının yaşam alanındaki çevre koşullarına uyumu. 2. Uyum, uyma, alışma, uyarlama, uyarlanma.
amip	Kök bacaklılar sınıfının amipler takımından amoeba cinsine ait tatlı sularda yaşayan tek hücreli türü.
antijen	Bağışıklık tepkisine yol açarak antikor oluşumuna neden olan madde.
antikor	Hastalığa sebep olan etkenleri zararsız duruma getirmek için vücudun ürettiği protein yapılı madde.
arı döl	Herhangi bir karakter bakımından homozigot olan ve mayozla tek çeşit gamet oluşturan genotipe sahip birey.
asit yağmurları	Asitli bileşiklerin yeryüzüne yağış şeklinde düşmesi.
aşı	Bir ağacın gövdesi ya da dalına daha verimli olması için aşılanan aynı ya da yakın bir türe ait bitki parçası.
aşılama ile üreme	Bir bitkiye ait sürgünün başka bitkide çoğaltılması.
ATP (Adenozin trifosfat)	Tüm hücrelerin kullandığı enerji kaynağı.
ayrılma ilkesi	Bir karaktere ait alellerden her birinin eşit olasılıkla birbirinden ayrılıp farklı gametlere gitmesi.
ayrıştırıcı	Dışarı salgıladıkları enzimlerle organizma kalıntılarını ayrıştırarak organik atıkları parçalayıp inorganik maddelerin açığa çıkmasını sağlayan canlı.
azot döngüsü	Atmosferdeki azotun canlılar tarafından kullanımı.

B

bağımsız gen	Karakterlere etki eden alellerin farklı kromozomlar üzerinde bulunması.
bağımsız dağılım ilkesi	Farklı karakterlerin alellerinin gametlere birbirlerinden bağımsız dağılması.
bağlı gen	Karakterlere etki eden alellerin aynı kromozom üzerinde bulunması.
baskın alel	Bir karakteri belirleyen genin fenotipte etkisini gösteren aleli, dominant.
benzerlik ilkesi	F_1 dölünün bütün bireylerinin birbirine benzemesi.
birincil tüketici	Üreticilerle beslenen canlı.
besin ağı	Besin zincirlerinin birbirlerine bağlanıp dallanması.
besin piramidi	Besin zincirinde sayı, biyokütle ve enerji bakımından oluşan piramit, ekolojik piramit.
besin zinciri	Belirli bir komünitede enerjinin üreticilerden tüketicilere doğrusal bir seri şeklinde aktarılması olayı.
bitki torfu	Su altındaki organik maddelerin uzun yıllarda çürümesi sonucunda oluşan doğal bir malzeme.
biyolojik birikim	Çeşitli zehirli maddelerin değişik trofik düzeylerde artarak birikip zararlı düzeye ulaşması.
biyolojik kapasite	Bir coğrafi bölgenin yenilenebilir doğal kaynakları üretme kapasitesi.
biyokütle	Belirli zamanda sınırları belirli bir biyotopta bulunan canlı organizmaların toplam kütlesi.
biyotik	Canlılığa ait.
bozuk dentin hastalığı	Genetik nedenli bireylerin çarpık diş yapısına sahip olması hastalığı.
bölünerek üreme	Ata canlının ikiye bölünerek üremesi.
büyüme faktörü	Belirli vücut hücreleri tarafından salgılanan, hücrelerin bölünmesini sağlayan proteinler.

C

canlı faktör	Bir ekosistem içerisinde bulunan ve birbirlerini etkileyen canlıların tümü.
cansız faktör	Bir ekosistem içerisinde bulunan canlılar dışındaki unsurlar.

SÖZLÜK

Ç

çaprazlama	: Karakterlerle ilgili iki bireyin gametlerinin birleşmesi.
çapraz döllenme	: Polenlerin üretildiği çiçek dışında aynı türden başka bir bitkinin çiçeğini döllemesi.
çevre kirliliği	: Ekosistemin yapısını bozan kimyasal maddelerin ve kirleticilerin yoğunluğunun artarak ekolojik dengenin bozulması.
çekinik alel	: Baskın alelinin varlığında etkisini göstermeyen alel.
çekirdekçik	: Ökaryotik hücrelerin çekirdeği içinde, RNA sentezi yapan ve esas itibarıyla ribonükleoproteinlerden oluşan, interfaz çekirdeğinde bir ya da birkaç tane görülebilen yapı.
çelikle üreme	: Çeliğin başka uygun bir yerde köklendirilerek yeni bir bitkinin elde edilmesi.
çok alellik	: Bir türde aynı karaktere ait alel sayısının ikiden fazla olması.
çökelme	: Antikorların antijene bağlanarak kümelenmesi.

D

daldırma	: Bir dalı gövdeden ayırmadan toprağa gömerek köklenmesini sağlama yolu.
deney grubu	: Bir deneyde bağımsız değişkenlerin uygulandığı gruba verilen ad.
dihibrit	: İki alel çifti bakımından heterozigot olan birey.
diploit	: İki kromozom takımı taşıyan hücre veya organizma.
DNA replikasyonu	: DNA’nın eşlenerek kopyasını oluşturması.
doğal kaynaklar	: Yer altında ve üstünde bulunan yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar.
doku kültürü	: Bir bitkinin hücre, doku veya organ gibi kısımları kullanılarak steril şartlarda ve uygun yapay besin ortamında yeni doku, bitki ya da bitkisel ürünler elde edilmesi.

E

ekoloji	: Canlıların hem kendi aralarındaki hem de çevreleriyle olan ilişkilerini tek tek veya birlikte inceleyen bilim dalı.
ekolojik ayak izi	: Kullanılan kaynakların üretilmesi ve oluşan atığın giderilmesi için gereken coğrafi alan.
ekolojik verim	: Bir trofik düzeyden bir sonraki trofik düzeye aktarılan enerjinin toplamı .
ekolojik niş	: Ekosistemde bir canlının yürüttüğü faaliyet.
ekosistem	: Belirli bir alanda bulunan canlılar ile bunları saran çevrenin karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen ve süreklilik gösteren ekolojik birim.
embriyo	: Tohum, yumurta ya da rahim gibi koruyucu bir yapı içerisindeki yeni gelişmekte olan canlı.
endemik tür	: Sadece bir bölgede yetişen veya yaşayan bitki ya da hayvan; sadece sınırları belirli bir coğrafi alanda yetişebilen ve başka coğrafi alanlarda bulunmayan tür.
enerji piramidi	: Trofik düzeyler arasında enerji akış oranını gösteren piramit.
eritroblastosis fetalis	: Rh faktörüne bağlı kan uyuşmazlığı hastalığı.
erozyon	: Yer kabuğunu oluşturan kayaçların, başta akarsular olmak üzere türlü dış etmenlerle yıpratılıp yerinden koparılarak eritilmeleri veya bir yerden başka bir yere taşınması olayı.
eş baskınlık	: Heterozigot bireylerin genotipindeki iki alelin de fenotiplerinde etkisinin birlikte görülmesi.
eşeye bağlı gen	: Eşeyi belirleyen X ve Y kromozomları üzerinde yer alan gen.
eşeye bağlı karakter	: Eşey kromozomlarıyla dölden döle taşınan genlerin oluşturduğu karakterler.
eşeye bağlı kalıtım	: Eşey kromozomları üzerinde yer alan genlerle taşınan karakterlerin kalıtımı.
eşeyli üreme	: Genellikle farklı cinsiyete sahip aynı türe ait iki canlının üreme hücrelerinin döllenmesiyle yeni yavruların meydana gelmesi.
eşeysiz üreme	: Ana canlının döllenme olmaksızın kendisiyle aynı genetik bilgiyi taşıyan yeni bireyler oluşturması.
etçil	: Etobur, et yiyerek beslenen canlı, besin zincirinde tüketicileri yiyerek beslenen canlı.

SÖZLÜK

F

F_1 dölü	Çaprazlanan ebeveynlerin birinci kuşağı.
F_2 dölü	F_1 dölünün kendi arasında çaprazlanmasıyla oluşan kuşak.
fenotip	Bir organizmanın genetik yapısına bağlı olarak, dış etkenlerin de etkisiyle ortaya çıkan görünüşü.
fitoplankton	Sularda yaşayan ve su hareketleriyle pasif olarak yer değiştiren fotosentetik organizmalar.
fizyolojik	Fizyoloji ile ilgili, vücutla ilgili, organizmanın normal işlevlerine ait olan.
fotosentez	Bitkilerin ışık enerjisiyle inorganik maddelerden organik madde sentezlenmesi.

G

gamet	Erkek veya dişi üreme hücresi.
gametogenez	Eşey hücresi oluşması.
gen bankası	Hücre, doku ya da organların çok uzun yıllar boyunca uygun koşullarda saklanmasını sağlayan ortamlar.
genetik	Kalıtım bilimi, kalıtsal özelliklerin genler aracılığı ile oğul döllere nasıl aktarıldığını bu özelliklerin nasıl ortaya çıktığını, bunların yapısını ve işleyişlerini inceleyen bilim dalı.
genotip	Bir bireyin sahip olduğu genler toplamı.
gonozom	Cinsiyetle ilgili X ve Y kromozomları, eşeyi ve diğer bazı özellikleri belirleyen genleri taşıyan kromozomlar.

H

habitat	Bir canlı türünü veya canlı topluluklarını barındıran ve kendine özgü özellikler gösteren yaşama ortamı.
haploit	Tek bir kromozom takımı kapsayan hücre ya da organizma.
hemofili	Kanın pıhtılaşmasındaki bir bozukluğa bağlı kanama hastalığı.
heterozigot	Belli bir alel çift ya da alel serisi bakımından birbirine benzemeyen genlerin bulunduğu kromozomları taşıyan birey.
holozoik canlı	Besinlerini katı partiküller şeklinde alan canlı.
homolog kromozom	Biri anneden diğeri babadan gelen, şekil ve yapı bakımından birbirine benzeyen kromozomlar.
homozigot	Kromozomlarında verilen bir alel çift veya seri bakımından aynı genleri taşıyan birey, bir karakterle ilgili genin aynı alellerine sahip canlılar.
hücre döngüsü	Yeni oluşmuş bir hücrenin bölünerek yeni hücreler meydana getirmesi sürecinde geçirdiği evrelerin tamamı.
hücre duvarı	Bakteriler, bazı bir hücreliler, bitki ve mantarlarda hücre zarı dışındaki koruyucu tabaka.

İ

iğ ipliği	Çekirdek bölünmesi sırasında kromozomların hareketinde rol oynayan mikrotübül dizisi.
iklim	Yeryüzünün herhangi bir yerinde hava olaylarına bağlı olarak gerçekleşen etkilerin uzun yılların ortalamasına dayanan durumu.
ikincil tüketici	Enerji kaynağı olarak otçulları kullanan, herbivorlarla beslenen etçil canlı.
ispirto ocağı	Laboratuvarda deneylerde kullanılan yakıtı ispirto olan ısıtma aracı.
iyi huylu tümör	Aynı dokuda kalıp yayılmayan tümör.

K

kalıtım	Biyolojik özelliklerin, genlerin, bir dölden diğerine aktarılması.
kalıtsal çeşitlilik	Esas tür tipine göre belirli karakterlerde görülen ayrılıklar.
kalıtsal özellik	Ebeveynlerden (ana baba) oğul döllere genlerle aktarılan özellikler.
kallus	Organize olmamış, farklılaşmamış bitki hücrelerinin çoğalmış kütlesi.
kanser	Bir organ veya dokudaki hücrelerin kontrolsüz olarak bölünüp çoğalmasıyla beliren kötü urların yol açtığı hastalık.
karakter	Canlılar arasında çeşitlilik gösteren, dölden döle aktarılabilen ve bireylerin sahip olduğu niteliklerin her biri.

karbon ayak izi	: Kurum veya bireylerin ulaşım, ısınma, elektrik tüketimi vb. tüm yaşamsal faaliyetlerinde atmosfere verilen toplam karbondioksit ve diğer sera gazlarının emisyon miktarı.
karyotip	: Bir hücre, birey veya türün kromozomlarının sayı ve şekil özellikleri bakımından düzenlenişi.
kemoterapi	: Kimyasal tedavi, kimyasal maddelerle kanserli hücrelerin yok edilmesi yöntemi.
kendileştirme	: Bireyin kendi genotipindeki bir bireyle çaprazlanması.
kırmızı yeşil renk körlüğü	: Genetik nedenli kırmızı ve yeşil renkleri ayırt etmekte güçlük çekilmesi.
kinetokor	: İğ ipliklerinin kromatitlere bağlandığı yapı.
kiyazma	: Mayozun I. profazında, iki kromatit arasında gözlenebilen, bağlantı ya da krosingover yeri, homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitlerinin çapraz olarak üst üste gelmesi.
koloni	: Bazı tek hücrelilerin bir araya gelerek oluşturduğu gerçek anlamda iş bölümü göstermeyen çok hücreli yapı.
komünite	: Belirli bir alanda yaşayan türlerin birbirleriyle uyumlu tüm popülasyonlarının oluşturduğu topluluk.
kontrol çaprazlaması	: Fenotipinde baskın özelliği gösteren genotipi bilinmeyen bireyin, genotipini öğrenmek amacıyla çekinik homozigot özelliği gösteren bireyle çaprazlanması.
kontrol grubu	: Deneylerde karşılaştırma amacıyla kullanılan, değişken uygulanmayan grup.
kozalak	: Açık tohumlularda üreme organlarını taşıyan yapı.
kötü huylu tümör	: Geliştiği dokuda kalmayıp etrafa yayılan tümör.
kromatin iplik	: İpliksi DNA-protein kompleksi.
krossing over	: Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında genlerin karşılıklı olarak değiştirilmesi.
küresel ısınma	: Yeryüzünde uzun süreçte gerçekleşen ortalama sıcaklıkların artışı.
küresel iklim değişikliği	: Dünyada uzun dönemlerde meydana gelen iklim değişiklikleri.

L

lokus	: Belli bir gen ya da bu genin alellerinden birinin kromozom üzerinde bulunduğu yer.

M

makroklima	: Ekosistemde geniş alanlarda hüküm süren iklim.
mayoz	: Kromozom sayısının yarıya indiği ve dört haploit hücrenin oluştuğu hücre bölünmesi tipi.
melanom kanseri	: Melanin hücrelerinden gelişen, kahverengimsi siyah görünümlü kötü huylu tümör kanseri.
metabolik faaliyet	: Hücrede gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların tümü.
metabolizma hızı	: Hücrede gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların hızı.
metafaz plağı	: Çekirdek bölünmesinde kromozomların dizildiği kutuplara dik olan yatay bölge, ekvatoral düzlem.
metastaz	: Kanserli hücrelerin, vücudun herhangi bir yerinde tekrar yerleşip çoğalabilmesi olayı.
mikroklima	: Dar iklim bölgesi.
mikrotübül	: Ökaryot hücrelerde, hücre iskeletinin yapısına katılan, kamçılı ve sillilerde ise sillerin yapısına katılan içi boş tüpçükler.
mikrotübül organize edici bölge	: Bitki hücrelerinde iğ ipliklerini yapan bölge.
mitotik evre	: İnterfazdan sonra birbirinin aynı iki hücrenin oluşması süreci.
mitotik iğ iplikleri	: Mitozda kinetokorlara bağlanarak kromozomların kutuplara çekilmesini sağlayan mikrotübül yapılı iplikler.
mitoz	: Ökaryot hücrelerin tipik çekirdek bölünmesi.
modifikasyon	: Çevre etkisi ile fenotipte meydana gelen değişiklikler.
monohibrit	: Bir alel çifti bakımından heterozigot birey.
monohibrit çaprazlama	: Sadece bir kalıtsal karakter bakımından farklı olan ana baba arasındaki çaprazlama. İki monohibrit bireyin çaprazlanması.
morfolojik	: Canlının dış görünüşüne ait olan.
mutajen	: Mutasyon meydana getiren dış etkenler.

mutasyon	: DNA dizilerinde kendiliğinden ya da ışın, kimyasal maddeler gibi etkenler sebebiyle meydana gelen herhangi bir değişiklik.

N

nodyum	: Boğum. Rizomlarda bulunan göz adı verilen kısımlar.
nükleotit	: DNA ya da RNA'nın tekrarlanan birimleri.

O

omnivor	: Hem et hem ot ile beslenen canlı.
orta lamel	: Sitoplazma bölünmesinin başlangıcında hücrelerin ayrılması için çeper maddesinin biriktiği bölge.
otçul	: Otobur. Doğrudan bitkilerle beslenen tüketici.
otozom	: Gonozomların dışında vücut özelliklerini belirleyen genleri taşıyan kromozomlar.

Ö

ökaryotik	: Genetik maddeleri çekirdek içinde yer alan organizmalar.
ötrofikasyon	: Bir su kaynağında bitki besin tuzlarının artışına bağlı olarak sucul bitkilerin aşırı çoğalmasıyla şekillenen kirlilik.

P

parental döl	: F_1 dölünü meydana getiren ana babalar.
pestisit	: Bitki ve hayvanları zararlılardan korumak için mücadele amacıyla kullanılan kimyasal ilaçlar.
petri kabı	: İçerisine besi yeri dökülen, bakteri ve maya gibi canlıları üretmekte kullanılan düz, yuvarlak, kapaklı cam ya da plâstik kap.
popülasyon	: Belli bir bölgede yaşayan aynı türün bireylerinden oluşan yaşama birliği ve topluluğu.
preparat	: Mikroskopta gözlem yapmak için hazırlanmış lam ve lamel arasındaki materyal.
prokaryot	: Çekirdeksiz ilkel hücre.
protein sentezi	: Elçi RNA'yı kalıp olarak kullanarak ribozomlarda protein sentezlenmesi.
Punnett karesi	: Genetik çaprazlama sonuçlarını tahmin etmede kullanılan bir diyagram yöntemi.

R

radyasyon	: Bir kaynaktan elektromanyetik dalga ya da hızlı parçacıklar demetinin yayınlanması.
radyoaktif kirlilik	: Radyoaktif maddenin, istenmeyen ortam ve malzemeyle oluşturduğu bulaşma.
radyoterapi	: Kanser gibi hastalıkların X ışınları ya da radyoaktif maddelerle tedavisi.
rejenerasyon	: Canlılarda kaybolan veya hasar gören bir vücut parçasının yenilenmesi olayı.
rekombinasyon	: Yeni genetik kombinasyonların oluşması.
renk körlüğü	: Bazen tüm renkleri birbirinden ayıramama bazen de kırmızı ve yeşili birbirinden ayıramama biçiminde görülen X kromozomuna bağlı çekinik genlerle kontrol edilen kalıtımsal bir görme bozukluğu.
rizom	: Genellikle toprak altında bulunan ve yukarı doğru filizler, aşağı doğru kökler veren kalın yatay gövde.
rizomla üreme	: Rizomdan yeni bitkilerin oluşumu.

S

sediment	: Suda çözünmeyen, asılı hâlde duran taş, toprak parçacıkları ve organik maddelerin su zemininde oluşturduğu yığın,tortu.
sera etkisi	: Fosil yakıtların geniş ölçüde kullanılmasıyla ortaya çıkan karbondioksitin iklim düzensizliklerine ve yerkürenin ısınmasına neden olması.
ses kirliliği	: Yaşam alanlarında belirli bir ses şiddetinin (desibel) üzerindeki gürültü oluşturan sesler.

sinapsis	Mayozun profazında homolog kromozom çiftlerinin geçici olarak birleşmesi.
soğan	Toprak altı yassı gövde.
soğanla üreme	Toprak altı yassı gövdeden yeni bitkilerin oluşması.
soyağacı	Bir soyun, en uzak atasından başlayarak son üyesine değin bireylerini gösterir çizelge.
sperm	Erkek gamet.
spor	Kalın bir örtüyle çevrili, olumsuz koşullara dayanıklı, özelleşmiş hücreler.
spor keseleri	İçerisinde çok sayıda sporun yer aldığı ve geliştiği yapı.
sporla üreme	Sporların uygun şartlarda gelişip yeni canlılar oluşturması.
su ayak izi	Tüketilen kaynakların üretilmesi ve oluşan atığın giderilmesi için gereken su miktarını ifade eden su tüketimi göstergesi.
su kirliliği	Kimyasalların ve kirleticilerin yer altı ve yer üstü sularında normal değerin üzerine çıkarak suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını bozması.
su döngüsü	Buharlaşma ve yoğunlaşma gibi olaylarla suyun yeryüzü ile atmosfer arasındaki hareketi.
sürdürebilirlik	Doğal kaynakların kendini yenileme kapasitesini aşmadan, doğanın sağladığı mal ve hizmetlerin gerçek değerini kavrayarak yaşamak.
sürünücü gövde	Toprak üstünde bitkinin geniş alana yayılmasını sağlayan yapı, stolon.
sürünücü gövdeyle üreme	Stolon üzerindeki gözlerden yeni bitkilerin oluşması.

T

tetrat	Homolog kromozomların yan yana gelmesiyle dört kromatitten oluşan yapı.
tohum bankası	Bitki tohumlarının saklandığı gen bankaları.
tomurcuklanma	İlkel yapılı hayvanlarda tomurcuk meydana getirerek yapılan eşeysiz üreme.
toprak kirliliği	İnsan faaliyetleri sonucunda toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının bozulması.
trol avcılığı	Teknelerle suyun dibinde sürüklenerek çekilen, huni biçiminde geniş ağızlı balık ağı ile yapılan deniz avcılığı.
tüketici	Ototrof organizmaların ürettiği kaynakları tüketen heterotrof organizmalar.
tümör	Bir dokudaki anormal hücre kütlesi.

Ü

üçüncül tüketici	Enerji kaynağı olarak etçilleri kullanan canlı.
üretici	Besinini bağımsız olarak sağlayan, inorganik azot, azotlu madde ve CO2'den protein ve karbonhidratların sentezini yapabilen (bitki), kendi beslek.

V

vejetatif üreme	Bitkilerin kök, gövde, dal ve yaprak gibi kısımlarından yeni bitkilerin oluşması.
virüs	Hastalık yapıcı, bakterilerden daha küçük, çoğalmak için bir başka hücrenin içine girmek zorunda olan ve ancak elektron mikroskobunda görülebilen parazit.
vücut simetrisi	Vücudun bir düzlemle parçalara bölünmesi.

Y

yumru	Bazı bitkilerin sap, kök veya dallarda bulunan, yedek besin taşıyan şişkin gövdeleri.
yumruyla üreme	Yumrulardaki gözlerden yeni bitkilerin oluşması.
yumurta	Dişi gamet.

Z

zigot	Erkek ve dişi gametin birleşmesiyle oluşan döllenmiş hücre.
zooplankton	Plankton içinde yer alan hayvansal organizmalar, sularda yaşayan tüketici organizmalar.

DİZİN

A
abiyotik 142, 157, 224, 230
adaptasyon 145, 176, 224, 230
aglütinasyon 105, 230
albino 104, 132, 230
alel 78, 81, 82, 86, 100, 103, 104, 106, 110, 113, 118, 122, 221, 224-227, 230
antijen 100, 105, 106, 224, 230
antikor 100, 105-107, 224, 230
ayrıştırıcı 136, 142, 144, 147, 148, 150, 152, 157, 163, 165-167
B
besin ağı 136, 151, 152, 155, 156
besin piramidi 136, 152, 165, 166, 213, 216, 222
besin zinciri 136,147,148,150-152, 154, 155,157,164
biyokaçakçılık 9, 192, 205-207, 210, 212, 222, 223, 230
biyolojik birikim 135,155,173,175
biyolojik çeşitlilik 127, 171, 178, 184, 185, 194-196, 198, 200-207
biyom 139-141, 163, 221, 230
biyomas 154, 166, 221, 224
C
cıva 155, 172, 173, 230
Ç
çaprazlama 7, 80, 91-98, 111, 130,131
çevre sorunu 168, 177
çökelme 105, 225, 230
D
denitrifikasyon 156, 157, 167, 215
dihibrit 7, 78, 94, 95, 113, 225
diploit 41, 50, 54, 63, 68, 75, 76, 81, 82, 86, 89, 104, 114
doğal kaynak 162,171,172,177-179, 181, 185, 192,195-197, 204, 207, 209
dominant 78, 82, 115, 224
döllenme 36, 38, 47, 50, 53, 56, 68-70, 73, 76, 81, 85, 218, 225
E
ekolojik ayak izi 168, 178, 179, 181, 185, 186,209
ekosistem 8, 127, 135, 136, 138-167, 178, 195, 206, 215, 221, 223-225, 230
endemik tür 192, 202, 204
enerji piramidi 136, 153
eş baskınlık 78, 100, 104, 110, 113
eşeye bağlı kalıtım 78,114
eşeyli üreme 17, 36, 40, 42, 50, 51, 53
eşeysiz üreme 14, 16, 36, 38, 39, 41, 45
F
fenotip 78, 82, 91-96, 100, 104-107, 109, 110, 113, 115-118, 130, 131
fitoplankton 148, 155, 222, 226, 230
fotosentez 142, 146, 148, 158, 167, 226
G
gamet 36, 53, 56, 57, 67, 69, 72, 75, 76, 82, 86-89, 91, 94, 113
gen 9, 18, 33, 56, 76, 78, 81, 85, 88, 113, 117, 118, 127, 128, 130, 134, 192
gen bankası 192, 207, 208
genom 18, 80, 230
genotip 78, 81, 91, 92, 94-96, 100, 104-106, 108-110, 113, 115-118, 124
gonozom 78, 114, 226, 230
H
habitat 144, 145, 184, 202, 205, 226
haploit 40, 50, 54, 60, 68, 226, 227
hemofili 78, 115, 117, 126, 220, 226
herbivor 146, 166, 228, 230
hermafrodit 67, 230
heterotrof 136, 142, 229, 230
heterozigot 78, 82, 86-88, 91-100, 103, 106, 107, 113, 118, 120, 124, 130, 134
hibrit 82, 226, 230
holozoik 136, 142, 146, 226, 230
homozigot 78, 82, 86, 87, 91, 92, 94, 97-99, 102, 104, 107, 113, 118, 122
hücre bölünmesi 14, 17, 18, 20, 55, 81
İ
iğ ipliği 19, 21-23, 28, 33, 46, 49, 56, 57, 59, 60, 67, 69, 72
interfaz 7, 14, 19, 20, 26, 29, 46, 55, 58, 62, 63, 67, 69, 72, 74
K
kallus 45, 226, 230
kalıtım 7, 18, 77, 78, 80-134, 219, 225
kanser 14, 32, 34, 35, 173, 174, 215
karbon ayak izi 168, 178, 181, 187
karnivor 147, 150, 166, 225, 230
karyotip 22, 46, 74, 218, 227, 230
kendileştirme 91, 92, 94, 130
kinetokor 19, 46, 70, 218, 227, 230
kiyazma 56, 70, 227, 230
komünite 139-141, 163, 166, 221
kromatin 18, 21, 23, 55, 60, 227, 230
krossing over 50, 55, 56, 65, 85, 88, 90
L
lokus 54, 113, 130
M
madde döngüsü 136, 148, 156
mayoz 7, 13, 17, 36, 40, 50-77, 81, 86, 87, 96, 128, 131
mitoz 7, 13-49, 52, 59, 65-68, 72, 73
modifikasyon 82, 127, 221, 227, 230
monohibrit 7, 78, 91, 92, 95, 100, 113
mutajen 128, 227, 230
mutasyon 33, 36, 68, 78, 85, 102, 103, 120, 128, 227, 228, 230
N
nitrifikasyon 156, 157, 167, 215
nodyum 41
O
omnivor 147, 150, 163, 228, 230
ototrof 136, 142, 146, 148, 166
otozom 78, 114, 228, 230
otçul 146, 147, 149, 150, 152, 178
Ö
öglena 37, 73, 146, 148, 230
ökaryot 36, 49, 65, 215, 227, 230
ötrofikasyon 172, 178, 228, 230
P
paramesyum 29, 37, 73, 230
partenogenez 7, 36, 40, 75, 219
pestisit 155, 228, 230
planarya 73, 230
prokaryot 19, 36, 215, 228
Punnett karesi 78, 92, 95, 111
R
radyoterapi 34, 228, 230
rejenerasyon 7, 36, 39, 40, 48, 73
rekombinasyon 78, 127, 228, 230
renk körlüğü 78, 82, 115, 116, 126
resesif 78, 82, 115
rizom 41, 43, 218, 228
S
sentromer 19, 21, 23, 46, 49, 54, 57
sentrozom 20, 21, 28, 49, 58
sinapsis 50, 55, 56, 65, 70, 228
siyanobakteriler 142, 146, 157, 172
soyağacı 78, 101-103, 110, 116-118
sperm 53, 68, 76, 114, 121, 218
su ayak izi 168, 178, 180, 188, 189
sürdürülebilirlik 192, 195, 197, 210
T
telofaz 21, 23, 25, 26, 46, 55, 57-63, 69, 72, 74, 218, 230
tetrat 50, 55, 65, 70, 71, 229, 230
Ü
üretici 142, 146, 148, 150, 152, 154
V
varyasyon 53, 78, 127, 221, 226
vejetatif 7, 36, 41, 42, 73, 76, 218
Z
zigot 20, 36, 68, 76, 218, 229, 230
zooplankton 148, 155, 222

KAYNAKÇA

[1] M. YÜCEL ve D. BABUŞ, «**Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü**,» DOA DERGİSİ**,** pp. 151-175, 2005.

[2] A. N. BOZCUK, **Genetik,** 1. baskı, ANKARA: PALME YAYINCILIK, 2000.

[3] Y. EMRE ve V. KÜRÜM, **Havuz Ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği,** İSTANBUL: Posta Basım, 2007.

[4] J. B. REECE, L. A. URRY, M. L. CAIN, S. A. WASSERMAN, P. V. MINORSKY ve R. B. JACKSON, **Campbell Biyoloji Dokuzuncu Baskıdan Çeviri,** ANKARA: PALME YAYINCILIK, 2013.

[5] D. D. S. ORHAN, D. D. H. SERT, O. Y. M. H. SARIBAŞAK, O. Y. M. V. A. KARACAN ve O. Y. M. A. MERT, **Alageyik Tür Koruma Eylem Planı,** ANTALYA: T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI DOĞA KORUMA VE MİLLİ PARKLAR GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 2013.

[6] D. SADAVA, D. M. HILLIS, H. C. HELLER ve M. R. BERENBAUM, **Yaşam Biyoloji Bilimi,** DOKUZUNCU BASKI, ANKARA: PALME YAYINCILIK, 2014.

[7] K. ÇELİK, **Anadolu'nun Endemik Güzelleri,** ÇANAKKALE, 2017.

[8] H. GENÇ, İ. AYDIN, P. DEMİRCİ GÜLER, G. HASTÜRK, S. YAPALAK, Ş. DÖNERTAŞ, Ü. B. CEBESOY ve M. KARABAL, **Çevre Eğitimi,** İstanbul: Lisans Yayıncılık, 2016.

[9] R. B. PRIMACK, **Koruma Biyolojisi** Beşinci Baskıdan Çeviri, ANKARA: HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ, 2012.

[10] L. A. URRY, M. L. CAIN, S. A. WASSERMAN, P. V. MINORSKY ve J. B. REECE, **Campbell Biology Eleventh Edition**, **Eleventh Edition**, New York: Pearson Education, Inc., 2017.

[11] D. L. NELSON ve M. M. COX, LEHNINGER **Biyokimyanın İlkeleri**, K. NEDRET, ANKARA: PALME YAYINCILIK, 2005.

[12] E. P. ODUM ve G. W. BARRET, **Ekoloji'nin Temel İlkeleri**, ANKARA: Palme Yayıncılık, 2008.

[13] A. DEMİR, «**Ekonomik Açıdan Biyolojik Çeşitliliğin Önemi.,**» Fen Bilimleri Dergisi, pp. 55-68, 2017.

[14] D. OĞUZ, I. ÇAKCI ve S. KAVAS, «**Yüksek Öğretimde Öğrencilerin Çevre Bilinci,**» SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, pp. 34-39, 2011.

[15] Kocataş, A. **Ekoloji ve Çevre Biyolojisi** (10. baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 2008.

[16] Prof.Dr. Akdur, R. **Avrupa Birliği ve Türkiye'de Çevre Koruma Politikaları** "Türkiye'nin Avrupa Birliğine Uyumu". Avrupa Topluluğu Araştırma Ve Uygulama Merkezi Araştırma Dizisi: 23, Ankara: Ankara Üniversitesi, 2005.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

- http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/turkiyede-kac-tane-bitki-vardir-bunlardan-kac-tanesi-endemiktir Erişim tarihi: 26.11.2017 Erişim saati: 15.00
- https://cmsdocs.s3.amazonaws.com/keydocuments/IUCN_Red_List_Brochure_2015_LOW.pdf Erişim tarihi: 20.11.2017 Erişim saati: 13.00
- https://www.csb.gov.tr/db/destek/editordosya/07_Nesli-Tukenen_Canlilar_brosur.pdf Erişim tarihi: 20.11.2017 Erişim saati: 15.15
- http://dergipark.gov.tr/download/article-file/358125 Erişim tarihi: 01.04.2018 Erişim saati: 16.05
- http://dergipark.gov.tr/download/article-file/196632 Erişim tarihi: 16.07.2018 Erişim saati: 18.00
- http://doa.ogm.gov.tr/Documents/dergiler/doa11/d114.pdf Erişim tarihi: 11.12.2017 Erişim saati: 10.00
- http://www.istanbulticaret.edu.tr/uploads/yayin/f15-dosyalar/55-68.pdf Erişim tarihi: 20.11.2017 Erişim saati: 14.00
- https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/turkiyenin-su-ayak-izi/2248 Erişim tarihi: 09.01.2018 Erişim saati: 13.30
- http://www.temizuretim.gov.tr/Files/haberfiles/h241215/WWF-WWF%20Turkiye_Su%20Ayak%20%C4%B0zi.pdf Erişim tarihi: 09.01.2018 Erişim saati: 13.35
- http://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa Erişim tarihi: 11.5.2017 Erişim saati: 13.35
- http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/News/cevresel-surdurulebilirlik-terimleri/113 Erişim tarihi: 11.1.2017 Erişim saati: 14.26
- http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/News/turkiyenin-ekolojik- ayak-izi- raporu/274, Erişim tarihi: 11.1.2017 Erişim saati: 15.00
- http://mufredat.meb.gov.tr. Erişim tarihleri: 11.06.2017, 19.01.2018, Erişim saatleri: 15.00, 11.00

- https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/FaaliyetRaporu/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BC%202016%20Y%C4%B1l%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf Erişim tarihi: 10.30.2017 Erişim saati: 15.00
- http://www.wwf.org.tr/?1412 Erişim tarihi: 10.01.2018 Erişim saati: 14.30
- http://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/a941df595b4c831_ek.pdf?tipi=67&amp;turu=H...0 Erişim tarihi: 10.30.2017 Erişim saati: 15.00 http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/tohum-bombasi Erişim tarihi: 10.01.2018 Erişim saati: 15.30
- http://dergipark.gov.tr/download/article-file/282871 Erişim tarihi: 08.12.2017 Erişim saati: 15.30
- http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/ak-kim.pdf Erişim tarihi: 10.01.2018 Erişim saati: 15.45
- http://arastirma.tarim.gov.tr/etae/Menu/49/ Erişim tarihi: 10.01.2018 Erişim saati: 16.00
- http://www.obi.bilkent.edu.tr/bultenorta/ekoilk15092017.pdf Erişim tarihi: 10.01.2018 Erişim saati: 15.40
- http://idedergi.deu.edu.tr/dergi/sayi09/files/res/pages/page_0133.swf Erişim tarihi: 17.01.2018 Erişim saati: 15.05
- http://kutuphane.kocaeli.edu.tr/document Erişim tarihi: 13.01.2018 Erişim saati: 13.15
- http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/47/1037/12520.pdf Erişim tarihi: 15.01.2018 Erişim saati: 11.00
- http://higheredu-sci.beun.edu.tr/text.php3?id=1556 Erişim tarihi: 17.01.2018 Erişim saati: 10.00
- http://www.sdu.dergipark.gov.tr/download/article-file/331690 Erişim tarihi: 15.01.2018 Erişim saati: 11.00
- http://www.e-dergi-marmara.dergipark.gov.tr/download/article-file/299770 Erişim tarihi: 20.01.2018 Erişim saati: 09.00
- http://dergipark.gov.tr/download/article-file/86087 Erişim tarihi: 19.01.2018 Erişim saati: 10.15

GÖRSEL KAYNAKÇA

Kitap kapak görseli: Shutterstock 723555214,702244477, 8616580, 107569868, 123RF 89054898, 28566499
Ekler bölümü görseli: Pixabay 2025141, 1261138, 2525248
Güvenlik önlemleri görselleri: Sağlık Ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği www.asm.gov.tr/UploadGenel Dosyalar/Dosyalar/143/.../03_04_2015_15_53_06.doc.. alındığı tarih 07.01.18 Saat 01:45,
Dreamstime 2904593, 87596553

1.ÜNİTE 1.BÖLÜM

1.Ünite kapak görseli: Dreamstime 24298020
1.Bölüm giriş görseli: Dreamstime 15198346, 22488485, 24837345, 13396807, 51867678, 62195483, 65165650, Shutterstock 259192112
Hazırlık sorusu görselleri: Dreamstime 9749061, 20053533, 53101306, pixabay 1524542
4.Hazırlık sorusu görseli: Fotoğraf görsel tasarım uzmanı tarafından çekilip düzenlenmiştir.
1.Bölüm kazanım sayfası görselleri: Dreamstime 75055262, Shutterstock 587273465
Görsel 1.1: Dreamstime 34406447
Görsel 1.2: Dreamstime 20029550, 68566833, 90333745
Görsel 1.3: Dreamstime 22693723, 90333745
Görsel 1.4: Dreamstime 25707829, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.
Görsel 1.5, görsel 1.6, görsel 1.7: Dreamstime 43884807, 43912193 görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.
Görsel 1.8: Dreamstime 13135966 görsel tasarım uzmanı tarfından düzenlenmiştir.
Görsel 1.9, görsel 1.10, görsel 1.11, görsel 1.12: Dreamstime 43884807, 43912193, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.
1.Bölüm alıştırmalar bölümü görselleri: Shutterstock: 65018599, dreamstime: 34760732, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.
Alıştırmalar sayfası fligran görselleri: Dreamstime 64821437, 84355099
Etkinlik 1.1 görselleri: Deney malzemeleri fotoğrafları görsel tasarım uzmanı tarafından çekilip düzenlenmiştir. Deney fotoğrafları kitap yazarları tarafından çekilmiştir.
Etkinlik 1.1 fligran görseli: Pixabay 1170128
Haber köşesi görseli: Dreamstime 25184685
Görsel 1.13: 123RF 52505585
Görsel 1.14: 123RF 65864496
Okuma parçası görselleri: Shutterstock 233447596, fotoğraflar Nermin ERTÜRK ve Elvan TEZEL'den izin alınarak kullanılmıştır.
Görsel 1.15: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.16: Dreamstime 31976140, 31976122, 31976112
Görsel 1.17 ve 1.18: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.19: Shutterstock 451943089
Görsel 1.20: Shutterstock 371065922
Görsel 1.21: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.22 ve 1.23: Dreamstime 11620281, Grafik tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.
Görsel 1.24: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.25: Dreamstime 2625557, Grafik tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.
Görsel 1.26: Shutterstock 125882129, 69161452
Görsel 1.27: Shutterstock 345555764
Görsel 1.28: Dreamstime 19100479
Görsel 1.29: Dreamstime 36066943
Görsel 1.30: Dreamstime 74051029, 39517714, 23952392
Görsel 1.31: Shutterstock 318193256, fotoğraf görsel tasarım uzmanı tarafından çekilip düzenlenmiştir.
Görsel 1.32: Dreamstime 104278710
tarafından düzenlenmiştir.
Görsel 1.35: Dreamstime 96943145
Görsel 1.36: Dreamstime 101066402

Görsel 1.37: Dreamstime 39985428

Görsel 1.38: Dreamstime 27306099

Görsel 1.39: Dreamstime 87675384

Bölüm değerlendirme 3. soru görseli: Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Bölüm değerlendirme 6. soru görseli: Dreamstime 1162028, görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Bölüm değerlendirme 7.soru: Pixabay 2680902, 344984, Dreamstime 31976112, 83999582

Bölüm değerlendirme 12. soru görseli: Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

1.ÜNİTE 2.BÖLÜM

2. Bölüm giriş görseli: Dreamstime 12050115, 51573172, 62195483, 66120909, 85599317, 24075611, 42833612, shutterstock 259192112

Hazırlık sorusu görselleri: 123RF 24755169, dreamstime 96381481, 19467009, pixabay 634578

Bölüm kazanım sayfası: Dreamstime 6606125, shutterstock 703160623, 718170199

Görsel 1.40: Dreamstime 25101456

Görsel 1.41: Dreamstime 22980658

Görsel 1.42, 1.43 ve 1.44: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 1.45: Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 1.46: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 1.47 a, 1.47 b: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 1.48, 1.49, 1.50, 1.51, 1.52, 1.53, 1.54, 1.55, 1.56, 1.57, 1.58 ve 1.59: Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Haber köşesi görseli: Dreamstime 24038092

Görsel 1.60: Dreamstime 50107354 görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 1.61: 123RF 13148791, dreamstime12064171, Shutterstock 725027092

Görsel 1.62: Shutterstock 41657806, 66810315, 79528924

Görsel 1.63: Shuttersock 193070978, dreamstime 10357879, 7356093, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.

Bölüm değerlendirme 4. ve 11. soru görselleri: Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Ünite değerlendirme 3, 4, 8, 9. soru görselleri: Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Ünite değerlendirme 13. soru görseli: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Tablo, soru ve çözüm görselleri: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

2.ÜNİTE

2. Ünite kapak görseli: Shutterstock 740606860, 107569868

1. Bölüm giriş görseli: 123RF 6718368, 89062386, shutterstock 173937860, 225005584, 382603138, 414815833, 606885968, (Uğur böceği) Akın ACAR'dan alınmıştır, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.

Hazırlık sorusu görselleri: 1. ve 2. sorular görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. Shutterstock 160939997, dreamstime 90242376

Kazanım sayfası görselleri: Shutterstock 3284730, 8616580

Görsel 2.1: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 2.2, görsel 2.3: Dreamstime 73950132, 1762293, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.

Tablo 2.1: Dreamstime 37554732

Tablo 2.2: Dreamstime 38453847, 73950132, 87397521, 1762293, 14632946, 41906315, 97691060, shutterstock 255926623, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.

Görsel 2.4: Dreamstime 41906315, dreamstime 97691060

Görsel 2.5, görsel 2.6, görsel 2.7, görsel 2.8, görsel 2.9, görsel 2.10, görsel 2.11, görsel 2.12 , görsel 2.13: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Alıştırmalar sayfası fligran görseli: Shutterstock 251749024

Görsel 2.14, görsel 2.15, görsel 2.16: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 2.17: Shutterstock 8616580, 649394092, grafik tasarım uzmanı tarafından düzenleniştir.

Alıştırmalar fligran görseli: Pixabay 1740554

Görsel 2.18, görsel 2.19, görsel 2.20, görsel 2.21: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 2.22: Shutterstock 35330755 , 47054413, 65746264, 164913701, 554834275, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.

Görsel 2.23, görsel 2.24: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Alıştırmalar fligran görseli: Dreamstime 58380035

Haber köşesi görseli: http://azizsancarmtal.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/01/17/761060/resimler/2017_06/07100149_Aziz-Sancar-Kimdir2.jpg alındığı tarih: 05.12.17 saat: 14.40

Etkinlik 2.1 fligran görseli: Shutterstock 10375174

Görsel 2.25, görsel 2.26: Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 2.27, görsel 2.28, görsel 2.29, görsel 2.30: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Etkinlik 2.2 fligran görseli: Pixabay 2505780

Okuma parçası görselleri: Shutterstock 723555214, 107569868, 387281866, 776035219

Görsel 2.31: Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Alıştırma sayfası fligranı: Pixabay 1649440

Alıştırmalar sayfası fligranı: Pixabay 3084397

Görsel 2.32: Shutterstock 644749696

Görsel 2.33: Pixabay 2062232

Görsel 2.34: Zeynep ERYILMAZ , BATEM

Etkinlik 2.2 fligran görseli: Pixabay 2505780

Soru, çözüm ve tablo görselleri: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

3.ÜNİTE 1. BÖLÜM

Bölüm kapak görseli: (Kelebek) Akın Acar'dan alınmıştır.

Bölüm giriş görseli: Shutterstock 16559287, 123RF 17515588, 24095240, 34890938, 40655772, 75787240, dreastime 26973208, (Baykuş) Akın ACAR'dan alınmıştır, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.

Hazırlık sorusu görselleri : Pixabay 2178848, 2404083, 2888513, 1068029, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir. Pixabay 1068029,shutterstock 540997561,4.soru görseli görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

1.Bölüm kazanım sayfası görseli: 123RF 89054898, Pixabay 2361247

Görsel 3.1: 123RF 28566499, pixabay 1883658, 2478720, 2636563, 2125018, 2913409

Görsel 3.2: Shutterstock 743816065

Görsel 3.3: Shutterstock 592554122, 372049789, pixabay 2213352, 406581, 2523794

Alıştırma sayfası fligran görseli: Pixabay 2295431

Görsel 3.4: 123RF 67827938

Görsel 3.5: Pixabay 1148985

Görsel 3.6: 123RF 40629950

Görsel 3.7: Pixabay 2444230

Görsel 3.8: Shutterstock 132748301, 33069223

Görsel 3.9: Shutterstock 47054413,16485924, 18179427, 18179506, 31767288, 38668873, 674953

Görsel 3.10: 123RF 40040868, pixabay 1980903

Görsel 3.11: 123RF 58919261, pixabay 414104

Görsel 3.12: Pixabay 295823

Görsel 3. 13: Pixabay 440338

Görsel 3.14: Pixabay 262616, 1203494, 2647220, 555463

Görsel 3.15: Pixabay1001384, 2106894, 944891, shutterstock 690354700

Görsel 3.16: Pixabay 398276, 1945411, 938467, 2950200

Görsel 3.17a: Pixabay 2691407, shutterstock 202456957, 260778620, 757478503,749394061, http://www.hass.rpi.edu/public_html/ruiz/WorldOfPlankton/AboutWoP_files/image027.jpg alındığı tarih:18.12.17 saat 11:04,

Görsel 3.17b: Pixabay 2151826, 674064, 2275804, 534873, RF123 34696095

Görsel 3.18a: RF123 34696095, pixabay 562104, 1238228, 460157, 2991107, 1391741, 674064, 719613, 2709025, 2713118, 1345354

Görsel 3.18b: Pixabay 1619908, 2528738, 69319, 586362, 586792, shutterstock 124587343, 132995291, 133273505, 260778620, 473153503, 757478503

Görsel 3.19: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 3.20: Pixabay 1238777, 1107397, 577387, 674064, Shutterstock 321708884, grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 3.21: Pixabay 674064, 1329633, 534873, 74240, 1086903, 1348508, 1238228, shutterstock 757478503, 508133446

Görsel 3.22: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 3.23: Shutterstock 17501179, 136593284, 427418764, 757478503, 515504107, http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana52/ani4044-16.html alınan tarih 11.02.18 saat:13.14, http://www.hass.rpi.edu/public_html/ruiz/WorldOfPlankton/AboutWoP_files/image027.jpg alındığı tarih:18.12.17 saat:11:04, pixabay 1348508 görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.

Görsel 3.24, görsel 3.25, görsel 3.26: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Etkinlik 3.1 fligran görseli: Shutterstock 200437673

Soru ve çözüm görselleri Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

3.ÜNİTE 2. BÖLÜM

Bölüm giriş görseli: Shutterstock 287179871, pixabay 89261, 2268725, 692395, 2742302, 1509103, 2411932, 2251810, RF123 17515588

Hazırlık sorusu görselleri: Shutterstock 55223521, 90332866, 529248055, 772761904

Kazanım sayfası görselleri: Shutterstock 193652336, 609598490

Görsel 3.27: Shutterstock 468722087

Görsel 3.28: Shutterstock 314808122

Görsel 3.29: Pixabay 2385232

Görsel 3.30: Shutterstock 507796075

Görsel 3.31: Shutterstock 253118080

Haber köşesi görseli: Shutterstock_68942089, pixabay 3052118

Görsel 3.32: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 3.33: Shutterstock 601780064

Görsel 3.34: Shutterstock 105047420, 180364967, 193491221, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.

Görsel 3.35: Shutterstock 356969453

Görsel 3.36: Shutterstock 335833019

Görsel 3.37: Shutterstock 146934515

Görsel 3.38: Pixabay 3021425, görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 3.39: Shutterstock 186906026

Görsel 3.40: Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 3.41: Pixabay 1160806

Görsel 3.42: Grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

Görsel 3.43: Shutterstock 559274161

Alıştırma sayfası fligran görseli: Pixabay 173701

Görsel 3.44: Shutterstock 683780260

Ayak izi tabloları fligran görseli: Shutterstock 335211110, Pixabay 1303628640

Soru ve çözüm görselleri grafik tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.

3.ÜNİTE 3. BÖLÜM

Bölüm giriş görseli: Shutterstock 287179871, 372049789, 558722197, RF123 17515588, pixabay 111909, 3022455, 1353979, Dreamstime 21297741, 78994620, görsel tasarım uzmanı tarafından düzenlenmiştir.

Hazırlık sorusu görselleri: Pixabay 413489, 2547084, https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/denizli/gezilecekyer/civril-isikli-golu-su-kuslari-koruma-alani alındığı tarih:31.12.17 saat:01:30, https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/duzce/turizmaktiviteleri/duzcenin-endemk-btk-potansyeller alındığı tarih: 30.12.17 saat 14:50
Kazanım sayfası görselleri: Pixabay 1851593, 362370
Görsel 3.45: Pixabay 1579836
Görsel 3.46: Shutterstock 35440090
Görsel 3.47: Shutterstock 626076455
Görsel 3.48: Shutterstock 107567405, 211846078, 432758584, 507944518, 689546110, pixabay 36479
Görsel 3.49: Shutterstock 137577347
Görsel 3.50: Shutterstock 273225242
Görsel 3.51: Shutterstock 110465048
Görsel 3.52: Shutterstock 598423502
Görsel 3.53: Pixabay 173690, 1429819,1134130, shutterstock 120471064, 469270730, http://geka.gov.tr/Dosyalar/o_1aeudiqqu1jkm77a6d86cv1l818.pdf alındığı tarih: 14.12.17 saat 11:33, http://kisi.deu.edu.tr/bulent.cavas/ders/ccb.pdf alındığı tarih:14.12.17 saat13.30, http://atilim.edu.tr/haber/-yanar-doner-cicegi-acti-5873 alındığı tarih:31.12.17 saat:03:12
Görsel 3.54: http://www.pamukkale.gov.tr/tr/235Denizli-Horozu alınan tarih: 12.01.18 saat:15:31
Görsel 3.55: http://www.ormansu.gov.tr/haber/i-stanbul-da-yeni-bir-endemik-bitki-t%C3%BCr%C3%BC-ke%C5%9Ffedildi alındığı tarih:12.12.2017 saat 15:35
Görsel 3.56: Pixabay 2108974
Görsel 3.57: Shutterstock 120326284
Görsel 3.58: Grafik uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 3.59: Pixabay 325205
Görsel 3.60: Pixabay 978737
Haber köşesi görseli: Shutterstock 375083389
Okuma parçası görselleri: Pixabay 932125, shutterstock 148837790, 310693721,168037823
Soru, çözüm ve cevap anahtarı görselleri grafik uzmanı ve görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.
Ekler bölümü görselleri: Pixabay 2025141, 2630076, 1261138, 2525248

KAREKOD UZANTILARI

Sayfa 27: http://files.eba.gov.tr/MyFiles/20170930/08b76d08a55c4d8db14475c55a72a3421d3db2110c4847b7b54d62f3a993 2c76.mp4?name=vid0005_bitki_mitoz.mp4
Sayfa 32: http://files.eba.gov.tr/MyFiles/20170930/88fa3c07efb446e2ac311d9e8b0fb6fd9180f9118bd14dca8e4584cd1340d0 91.gif?name=mitoz_etkinlik.gif
Sayfa 32: http://img.eba.gov.tr/531/21a/496/6de/d03/964/042/8c4/09d/09b/78b/c9d/162/8dc/002/53121a4966ded039640 428c409d09b78bc9d1628dc002.jpg
Sayfa 34: https://tr.khanacademy.org/science/biology/cellular-molecular-biology/stem-cells-and-cancer/v/cancer
Sayfa 41: http://www.eba.gov.tr/video/izle/74097d55226bcce2c4daa9c00e08ef002b62681ed6009
Sayfa 44: http://files.eba.gov.tr/MyFiles/20171220/f3b48625f1774e06aeaf2742ff200adc8b52726e27954e0e8ae48e17079be9 9f.wmv?name=alt-yazili-asilama.wmv
Sayfa 55: https://tr.khanacademy.org/science/biology/cellular-molecular-biology/meiosis/v/chromosomal-crossover-in-meiosis-i
Sayfa 58: https://tr.khanacademy.org/science/biology/cellular-molecular-biology/meiosis/v/phases-of-meiosis-i
Sayfa 60: https://tr.khanacademy.org/science/biology/cellular-molecular-biology/meiosis/v/phases-of-meiosis-ii
Sayfa 64: http://files.eba.gov.tr/MyFiles/20170930/91c7575c26524b67a4fcb7bfb3778d336ead4c744990490e9e1c98c25e410 363.gif?name=mayoz_etkinlik.gif
Sayfa 66: https://tr.khanacademy.org/science/biology/cellular-molecular-biology/meiosis/v/comparing-mitosis-and-meiosis
Sayfa 81: http://www.eba.gov.tr/video/izle/46886ac0f5a16d4fc4320b1cbc6c96fb80dc1c7aa8003
Sayfa 94: http://www.eba.gov.tr/video/izle/4200b27b9b8ab806ecd94f0b779bf211d2f2f6f738004
Sayfa 152: http://www.eba.gov.tr/video/izle/374952a9abb7ce68940528a0e7d130fedbdf32d09c001
Sayfa 154: http://www.eba.gov.tr/video/izle/3741797f4db8a7ffc41088125128b4bef461281ed6001
Sayfa 157: https://www.khanacademy.org.tr/fen-bilimleri/biyoloji/ekoloji/biyojeokimyasal-donguler/biyojeokimyasal-dongulere-genel-bakis/6164
Sayfa 157: https://www.khanacademy.org.tr/fen-bilimleri/biyoloji/ekoloji/biyojeokimyasal-donguler/azot-(nitrojen)-dongusu/6167
Sayfa 158: https://www.khanacademy.org.tr/fen-bilimleri/biyoloji/ekoloji/biyojeokimyasal-donguler/karbon-dongusu/6166
Sayfa 159: https://www.khanacademy.org.tr/fen-bilimleri/biyoloji/ekoloji/biyojeokimyasal-donguler/su-dongusu/6165
Sayfa 197: http://www.tabiat.gov.tr/
Sayfa 207: http://content.tarimtv.gov.tr/asset/7Q2MZDyv/7Gx84EXh.html

İNTERNET TABANLI SERVİSLERE ERİŞME VE KULLANMA

Bireyin yeteneklerini ve kendini tanıması, duyularını ve duygularını öğrenmede kullanması, bilgiyi neden, nereden, nasıl ve niçin alabileceğini bilmesi öğrenmeyi öğrenme olarak tanımlanabilir. Bilgi çağı bilgileri bir kaydedici gibi hafızasında saklayabilen bireylerin daha başarılı olduğu zamanları geride bırakmıştır. Bu nedenle bilgi çağında, öğrenmeyi öğrenmiş, doğru bilgiye ulaşabilen ve onu doğru alanlarda kullanıp yorumlayabilen bireyler daha başarılı olacaktır. Hemen her yerden ve her zaman ulaşılabilir durumda olan bilginin istenen ve doğru bilgi olup olmadığı önemlidir. Bu bölüm internet kaynaklarını kullanarak doğru ve istenen bilgiye kısa sürede ulaşılabilmesi amacıyla hazırlanmıştır.

İnternet tabanlı arama motorlarının bazılarında;

- Yıldız işareti “*” aramalarda bir ya da birkaç karakteri tamamlamak için kullanılır.
- Sadece devlet kurumlarının internet siteleri içinde arama yapmak için, aranacak bilgi boşluk site yazıp üst üste iki noktadan sonra “*.gov.tr” yazılır. “ekosistem ekolojisi” site:*.gov.tr sorgusu sadece Türkiye Cumhuriyeti kurum ve kuruluşlarının sitelerinde arama yapar.
- Sadece üniversitelerin internet siteleri içinde arama yapmak için, aranacak bilgi boşluk site yazıp üst üste iki noktadan sonra “*.edu.tr” yazılır. “ekosistem ekolojisi” site:*.edu.tr sorgusu sadece Türkiye Cumhuriyeti üniversitelerinin sitelerinde arama yapar.
- Bir cümlenin bütün kelimelerini yazıldığı gibi aramak için, tırnak işaretleri kullanılır. “ekosistem ekolojisi” sorgusu tüm kelimeleri yazıldığı gibi içeren sonuçlar verir. Eğer aranan kelimeler tırnak işaretleri arasına alınmaz ise, kelimelerin herhangi birinin geçtiği siteler listelenir.
- Sonuçlarda olması istenmeyen bilgiler için, eksi işareti ile istenmeyen kelimeler belirtilir. “ekosistem ekolojisi” -ödev sorgusu sonuçlar içinde “ödev” kelimesi geçmeyen siteleri listeler.
- Sadece belirli bir internet sitesi içinde arama yapmak için, aranacak bilgi boşluk site yazıp üst üste iki noktadan sonra sitenin internet adresi yazılır. “ekosistem ekolojisi” site:hacettepe.edu.tr sorgusu sadece Hacettepe Üniversitesi sitesinde “ekosistem ekolojisi” kelimelerini birlikte arar.
- Bir dosya çeşidinde arama yapmak için “filetype” filtresi kullanılır. “ekosistem ekolojisi” filetype:pdf sorgusu pdf belgeleri içinde “ekosistem ekolojisi” kelimelerini arar.
- Bir kelimenin arama motorundaki tanımına ulaşmak için “define:aranan kelime” kullanılır. define:biyoloji sorgusu biyoloji kelimesinin tanımını verir.

Komisyon tarafından hazırlanmıştır.